

TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI DURASI DAN BIAYA PROYEK
MENGUNAKAN METODE *SIMULATED ANNEALING***

(Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Karanggayam Yogyakarta)



disusun oleh :

RUDY SETYAWAN

No. Mhs : 97511061

Nirm : 970051013114120053

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003**

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI DURASI DAN BIAYA PROYEK
MENGUNAKAN METODE *SIMULATED ANNEALING*
(Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Karanggayam Yogyakarta)**

disusun oleh :

RUDY SETYAWAN

**No. Mhs : 97511061
Nirm : 970051013114120053**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. FAISOL AM, MS

Dosen Pembimbing I

FITRI NUGRAHENI, ST, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 9-9-2003



Tanggal : Sept '03

*“Barang siapa mengharapkan kebahagiaan dunia maka kuasailah ilmunya,
barang siapa mengharapkan kebahagiaan akherat maka kuasailah ilmunya dan
barang siapa mengharapkan kebahagiaan keduanya maka kuasailah ilmunya”*

(Al-Hadits)

**Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk
yang selalu kusayangi :**

***Ibunda Supri Raharti
Adikku Roshita Sari
Sahabat dan kekasihku Imanda***



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Salawat dan salam semoga tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad saw, karena dengan bimbingannya kita semua dapat menemukan jalan yang lurus dan benar.

Adapun Tugas Akhir ini sesuai dengan kurikulum yang ada di lingkungan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta yang merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang keserjanaan Strata I. Dalam penelitian kali ini, penyusun meneliti dan mencari durasi dan biaya yang optimal akibat percepatan durasi proyek menggunakan metode *simulated annealing*. Tujuan dari optimalisasi ini adalah untuk mendapatkan durasi proyek paling singkat dengan menaikkan biaya proyek terkecil. Meskipun demikian, penyusun sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi peneliti pada masa yang akan datang.

Selama melaksanakan penelitian ini, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu Fitri Nugraheni, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak Zaenal Arifin, ST, MT, selaku Dosen Tamu Penguji
4. Ibu dan Bapak serta keluarga besar tercinta, atas do'a, kesabaran serta dorongan yang telah diberikan kepada ananda selama ini
5. Adikku Roshita Sari
6. Kekasihku Imanda, atas do'a, semangat, dorongan, kasih sayang dan selalu mendampingi dalam menyelesaikan tugas akhir ini
7. Teman-teman yang telah memberikan do'a dan semangat dengan segala keikhlasannya, Johan, Bayu, Didik, Yulianto, Ibnu, Mukhlis, Risman, Rizal dan semua teman-temanku

Semoga semua amal sholeh diterima oleh Allah SWT dan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.
Yogyakarta, Agustus 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	
Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 “ <i>Optimal Steel Frame Design By Simulated Annealing</i> ”.....	6
2.2 “Optimasi Waktu dan biaya Bagi Pemasangan Durasi Proyek dengan Metode <i>Simulated Annealing</i> ” (studi kasus proyek pengerjaan jalan HLRIP-II <i>Package</i> BP-03 Yogyakarta-Prambanan <i>Section 2</i> Ngebruk-Bogem <i>Curve</i>) Data Umum Proyek	6
2.3 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu.....	8

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum	10
3.2 Penjadwalan (“ <i>Scheduling</i> ”).....	11
3.3 <i>Gantt Chart</i>	12
3.4 <i>Network Planning</i>	12
3.4.1 PERT.....	14
3.4.2 CPM.....	15
3.5 Pemadatan Durasi.....	22
3.6 Hubungan Biaya dan Waktu	25
3.7 <i>Crasing</i> dan <i>Time-Cost Trade-Off</i>	27
3.8 Metode Optimalisasi	29
3.9 <i>Simulated Annealing</i> (Simulasi <i>Annealing</i>).....	31
3.9.1 Konsep Dasar Program “ <i>Anneal5.EXE</i> ”	33
3.9.2 Analogi Metode <i>Simulated Annealing</i> Pada Permasalahan Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek.....	42

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Subjek dan Objek Penelitian	47
4.2 Metode Penelitian.....	47
4.2.1 Studi Literatur.....	47
4.2.2 Studi Pustaka.....	48
4.2.3 Metode pengumpulan data	48
4.2.4 Pengolahan Data Proyek	49

4.2.5	Optimalisasi waktu dan biaya proyek dengan metode <i>simulated annealing</i>	49
4.2.6	Analisis hasil optimalisasi dengan metode <i>simulated annealing</i> terhadap perubahan waktu dan biaya.....	51
4.2.7	Kombinasi Durasi dan Biaya Yang Optimum	52
4.2.8	Kesimpulan dan Saran.....	52
4.3	Bagan Alir Metode Penelitian.....	52
4.4	Bagan Alir Pemasukkan Data dan Proses Optimalisasi Dengan <i>Simulated Annealing</i>	54

BAB V ANALISIS DAN HASIL

5.1	Umum	58
5.1.1	Tinjauan Umum Proyek	59
5.1.2	Diagram Jaringan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	61
5.2	Waktu dan Upah Tenaga Kerja Pada Jam Kerja Normal, Lembur, dan Giliran Kerja Malam	64
5.2.1	Waktu dan Upah Normal (" <i>Day Shift</i> ")	64
5.2.2	Waktu dan Upah Lembur (" <i>Overtime</i> ")	64
5.2.3	Waktu dan Upah Giliran Kerja Malam (" <i>Night Shift</i> ")	64
5.3	Perhitungan Kapasitas Produksi, Durasi dan Biaya Normal Kegiatan	66
5.3.1	Perhitungan Kapasitas Produksi Kegiatan	66
5.3.2	Perhitungan Durasi Normal Kegiatan	68
5.3.3	Perhitungan Biaya Normal Kegiatan	71

5.3.3.1 Koefisien Peralatan dan Tenaga Kerja	72
5.3.3.2 Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Kegiatan Pada Keadaan Normal	74
5.4 Percepatan Durasi Proyek	78
5.4.1 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Kerja Lembur (“Overtime”).....	80
5.4.1.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan Akibat Kerja Lembur	80
5.4.1.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Kerja Lembur	84
5.4.2 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Giliran Kerja Malam (“ <i>Night Shift</i> ”).....	90
5.4.2.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan Akibat Giliran Kerja Malam	90
5.4.2.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Giliran Kerja Malam	93
5.4.3 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Penambahan Tenaga Kerja.....	98
5.4.4 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Penggantian dan Penambahan Peralatan.....	103
5.4.4.1 Perhitungan Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Penggantian Peralatan	103
5.4.4.2 Perhitungan Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Penambahan Peralatan.....	112

5.4.5 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Kombinasi Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam.....	118
5.4.5.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan	118
5.4.5.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan	120
5.5 Durasi dan Biaya Total Normal Proyek.....	126
5.6 Pelaksanaan dan Hasil Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek.....	127
5.6.1 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kerja Lembur (“ <i>Overtime</i> ”).....	129
5.6.2 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Giliran Kerja Malam (“ <i>Night Shift</i> ”).....	132
5.6.3 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Penambahan Tenaga Kerja.....	135
5.6.4 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Penggantian dan Penambahan Alat.....	138
5.6.5 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kombinasi Kerja Lembur (“ <i>Overtime</i> ”) dan Giliran Kerja Malam (“ <i>Night Shift</i> ”).....	141
5.6.6 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja Dan Penggantian Serta Penambahan alat.....	150

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Pembahasan.....	153
---------------------	-----

6.2 Durasi dan Biaya Proyek Optimal.....	159
--	-----

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	161
----------------------	-----

7.2 Saran.....	162
----------------	-----

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Diagram AOA Dan Diagram AON	14
Gambar 3.2 Elemen Dasar Dari Jaringan AOA	16
Gambar 3.3 <i>Node</i> Jaringan AOA Yang Disederhanakan	16
Gambar 3.4 Penggunaan Kegiatan <i>Dummy</i>	18
Gambar 3.5 Skema Estimasi Durasi Kegiatan	19
Gambar 3.6 Kerja Lembur vs Produktivitas	23
Gambar 3.7 Pepadatan Tenaga Kerja vs Produktivitas	25
Gambar 3.8 Hubungan Antara Biaya Dan Waktu	26
Gambar 3.9 Hubungan Linier <i>Time-Cost Trade-Off</i>	27
Gambar 3.10 Hubungan Non Linier <i>Time-Cost Trade-Off</i>	29
Gambar 3.11 Optimum Global Dan Optimum Lokal	33
Gambar 3.12 Diagram Alir Algoritma <i>Simulated Annealing</i>	39
Gambar 3.13 Diagram Alir Algoritma <i>Simulated Annealing</i> Menurut Balling	41
Gambar 3.14 Hubungan Proyek Konstruksi Dengan <i>Simulated Annealing</i>	44
Gambar 3.15 Diagram Alir Analogi Proses <i>Simulated Annealing</i> Pada Proses Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Konstruksi	46
Gambar 4.1 Bagan Alir Metode Penelitian	53
Gambar 4.2 Bagan Alir Pemasukan Data Untuk Proses Optimalisasi	54
Gambar 4.3 Formulasi Berkas Data Diagram Jaringan CPM	55
Gambar 4.4 Formulasi Berkas Data Analisis Waktu dan Biaya Akibat Pepadatan Durasi Kedalam <i>Worksheet MS. Excel</i>	56

Gambar 4.5 Bagan Alir Proses Optimalisasi Dengan <i>Simulated Annealing</i>	57
Gambar 5.1 Diagram Alir Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Normal	
Kegiatan	71
Gambar 5.2 Grafik Indeks Produktivitas <i>Vs</i> Kerja Lembur	84
Gambar 5.3 Kepadatan tenaga kerja <i>vs</i> produktivitas	99
Gambar 5.4 Asumsi Jarak PT. Jaya Mix Dengan Lokasi Proyek	109
Gambar 5.5 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_1	130
Gambar 5.6 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_2	133
Gambar 5.8 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_8	139
Gambar 5.9 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_3	144
Gambar 5.10 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_4	144
Gambar 5.11 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_5	145
Gambar 5.12 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_6	145
Gambar 5.13 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas	
Data CPM_9	151
Gambar 6.1 Grafik <i>Time-Cost Trade-Off</i>	156

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 5.1 Daftar Jenis dan Volume Pekerjaan Proyek	60
Tabel 5.2 Daftar <i>Predecessor</i> Kegiatan-Kegiatan Proyek Jembatan Karanggayam	61
Tabel 5.3 Diagram Jaringan CPM Proyek Jembatan Karanggayam	63
Tabel 5.4 Perbandingan Upah Tenaga Kerja Pada Jam Kerja Normal, Giliran Kerja Malam dan Lembur	66
Tabel 5.5 Tabulasi Kapasitas Produksi dan Perhitungan Durasi Normal Kegiatan	70
Tabel 5.6 Tabulasi Volume, Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Normal Kegiatan	77
Tabel 5.7 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kerja Lembur	86
Tabel 5.8 Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kerja Lembur (" <i>Overtime</i> ")	89
Tabel 5.9 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Giliran Kerja Malam	95
Tabel 5.10 Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Dengan Giliran Kerja Malam (" <i>Night Shift</i> ")	97
Tabel 5.11 Tabulasi Hasil Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan, Jumlah Tenaga Kerja, Kapasitas Produksi, Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Percepatan Durasi Dengan Penambahan Tenaga Kerja	102
Tabel 5.12 Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Penggantian dan Penambahan Alat	117
Tabel 5.13a Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan	

Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kombinasi I Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam	122
Tabel 5.13b Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kombinasi II Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam	123
Tabel 5.13a Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kombinasi III Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam	124
Tabel 5.13a Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kombinasi IV Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam	125
Tabel 5.14 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_1	129
Tabel 5.15 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-2 Berkas Data CPM_1	131
Tabel 5.16 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_2	132
Tabel 5.17 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-2 Berkas Data CPM_2	134
Tabel 5.18 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_7	135
Tabel 5.19 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_7	137
Tabel 5.20 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_8	138
Tabel 5.21 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_8	140
Tabel 5.22 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_3	141
Tabel 5.23 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_4	141
Tabel 5.24 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_5	142
Tabel 5.25 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_6	142

Tabel 5.26 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_3	146
Tabel 5.27 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_4	147
Tabel 5.28 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_5	148
Tabel 5.29 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_6	149
Tabel 5.30 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_9	150
Tabel 5.31 Diagram CPM Hasil Eksekusi ke-1 Berkas Data CPM_9	152
Tabel 6.1 Tabulasi Hasil Optimalisasi Durasi dan Biaya Percepatan Proyek	153
Tabel 6.2 Daftar Kegiatan Yang Dipercepat dan Metode Pemadatan Durasinya	154
Tabel 6.3 Tabulasi Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan serta Kenaikkan Biaya	155

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data-data Proyek
- Lampiran 2 : Analisis Kapasitas Produksi Kegiatan dan Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan
- Lampiran 3 : Analisis Percepatan Durasi Karena Kerja Lembur dan Giliran Kerja
- Lampiran 4 : Analisis Percepatan Durasi Karena Penambahan Tenaga Kerja
- Lampiran 5 : Analisis Percepatan Durasi Karena Penggantian dan Penambahan Alat
- Lampiran 6 : Berkas Data Optimalisasi dan Hasil Eksekusi

INTISARI

Pada pelaksanaan sebuah proyek konstruksi terdapat kemungkinan munculnya kebutuhan untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek, hal tersebut dapat dikarenakan adanya keterlambatan maupun karena adanya permintaan dari pihak-pihak tertentu. Akibat yang ditimbulkan dari percepatan durasi proyek adalah naiknya biaya pelaksanaan kegiatan-kegiatan dalam proyek, sehingga biaya total proyek menjadi semakin tinggi. Untuk memecahkan persoalan tersebut pada umumnya digunakan metode optimalisasi untuk menentukan mana saja kegiatan-kegiatan dalam proyek yang harus dipercepat, metode untuk mempercepat durasi dan seberapa besar percepatan yang dapat dilakukan sehingga dapat diperoleh kombinasi yang optimal antara durasi total proyek paling singkat dengan peningkatan biaya terkecil.

Dalam penelitian ini digunakan metode optimalisasi *simulated annealing* (SA) untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi durasi dan biaya akibat percepatan durasi pada proyek penggantian jembatan Karanggayam. Dalam pelaksanaan optimalisasi SA digunakan alat bantu program *anneal5.exe*. Agar optimalisasi dapat menghasilkan durasi dan biaya yang optimal, percepatan durasi dilakukan dengan memadatkan durasi kegiatan dengan *overtime*, *night shift*, penambahan tenaga kerja, penggantian dan penambahan alat serta kombinasi diantara metode-metode pemadatan tersebut. Kemudian dilakukan optimalisasi durasi dan biaya proyek untuk setiap metode pemadatan durasi tersebut.

Durasi dan biaya total awal proyek penggantian jembatan Karanggayam ini adalah 103 hari dengan biaya total proyek Rp. 1.403.436.826,-. Setelah dilakukan optimalisasi durasi dan biaya proyek, didapatkan durasi proyek paling singkat adalah 90 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 1.380.530.893,-. Hasil dari optimalisasi ini menunjukkan bahwa percepatan durasi tidak selalu berdampak pada naiknya biaya pelaksanaan proyek, hal ini terbukti dengan penurunan biaya total proyek sebesar Rp. 22.905.933,-. Hasil yang optimal tersebut didapatkan dengan metode pemadatan durasi dengan penambahan tenaga kerja dan penggantian serta penambahan alat. Sedangkan jenis-jenis kegiatan yang dipercepat adalah pekerjaan Beton K-225, Beton K-350, Timbunan dengan bahan-bahan terpilih, Lapis perekat aspal emulsi, Pasangan batu kali, Galian biasa, Galian konstruksi 0-2 m'dan 2-4 m', Pembesian dengan tulangan polos dan ulir. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemilihan sebuah metode pelaksanaan proyek akan berpengaruh pada durasi dan biaya penyelesaian proyek. Dimana metode pelaksanaan yang berorientasi pada peningkatan produktivitas pekerjaan, selain dapat mempercepat penyelesaian proyek juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan *direct cost* dan *indirect cost* proyek.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Percepatan sebuah proyek perlu dilakukan bukan semata-mata karena keterlambatan yang disebabkan oleh pihak kontraktor maupun pihak pemilik tetapi dapat juga disebabkan oleh pihak ketiga, yaitu faktor-faktor yang disebabkan oleh kekuatan yang berada diluar jangkauan pihak pemilik maupun kontraktor. Seperti pada pengerjaan proyek jalur Klaten-Prambanan, selama pengerjaan proyek terjadi peningkatan kecelakaan lalu-lintas yang mengakibatkan korban meninggal dunia 53 orang dan kasus kecelakaan yang dibawa ke Pengadilan Negeri Klaten sebanyak 363 kasus. Oleh karena di beberapa tempat terjadi penyempitan jalan dan jembatan akibat pengerjaan proyek serta dinilai sangat rawan terjadi kecelakaan. Maka dilakukan percepatan pengerjaan terhadap sembilan jembatan rawan kecelakaan dan hanya terdapat satu jembatan yang selesai terlambat, yaitu Jembatan Beteng, Delanggu (Kompas, 15 November 2001).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mempercepat proyek adalah dengan memperpendek durasi dari beberapa kegiatan dalam proyek. Biasanya pemendekan durasi ini dilakukan dengan menambah tenaga kerja pada tiap kegiatan, kadangkala dalam bentuk kerja lembur dan dengan penambahan sumberdaya. Seperti pada percepatan pengerjaan proyek penggandaan jalur (*“double track”*) kereta api segmen Cirebon–Cikampek. PT. Adhi Karya sebagai pelaksana proyek, mempercepat proyek

dengan menggunakan metode kerja simultan. Proyek dibagi menjadi enam seksi dan bekerja secara bersamaan, sehingga berdampak pada penambahan sumberdaya berupa kebutuhan 600 tenaga kerja setiap hari dengan 200 di antaranya tenaga tidak terdidik dari daerah setempat dan penggunaan 6 alat berat sekaligus (Kompas, 21 Oktober 2002). Sehingga tidak dapat dielakkan bahwa kebutuhan untuk memperpendek durasi proyek akan berdampak pada konsekuensi naiknya biaya pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu perlu digunakannya metode optimalisasi untuk menentukan mana saja pekerjaan-pekerjaan pada proyek yang harus dipersingkat serta seberapa besar pemendekan durasi agar didapatkan kombinasi yang optimal antara durasi total proyek yang paling singkat dengan peningkatan biaya paling kecil.

Terdapat dua metode yang biasa digunakan untuk memecahkan permasalahan optimalisasi ini, yaitu metode yang berdasarkan model matematis ("*linear programming*") dan metode bertahap ("*heuristic*"). Metode-metode tersebut dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan optimalisasi, tetapi kedua metode tersebut memiliki kekurangan. Kedua metode optimalisasi tersebut tidak dapat menjamin bahwa solusi optimum global (optimum yang sesungguhnya) dapat tercapai dan kebanyakan menggunakan pendekatan dengan melinierkan permasalahan yang dihadapi. Pendekatan ini dalam implementasi praktisnya akan mengakibatkan kesulitan perumusan permasalahan dan hasil optimalisasi yang tidak akurat atau tidak mencerminkan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Kedua metode tersebut memiliki keterbatasan dalam menghasilkan jumlah kombinasi untuk menemukan pengurangan waktu (memperpendek kegiatan). Merupakan sebuah kebetulan jika metode ini dapat menemukan solusi yang optimal.

Algoritma "*simulated annealing*" pertamakali dirumuskan oleh Metropolis dkk. pada tahun 1953, sehingga disebut dengan Algoritma Metropolis (Laarhoven dan Aarts, 1987). Algoritma "*simulated annealing*" merupakan algoritma yang berdasarkan pada pengamatan fenomena alami yang terjadi pada proses pendinginan atau pengerasan logam dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Metode optimalisasi ini diyakini mampu mengidentifikasi daerah optimum global pada permasalahan optimalisasi, serta memiliki kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi non-linier dengan cepat dan mudah.

1.2 Permasalahan

Bagaimana menentukan kegiatan-kegiatan dalam proyek yang harus dipercepat durasinya dan metode untuk mempercepat durasi kegiatan-kegiatan tersebut, serta seberapa besar pemendekan durasi yang dapat dilakukan. Sehingga dapat menghasilkan kombinasi yang optimal antara durasi total proyek yang paling singkat dengan peningkatan biaya paling kecil.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode *simulated annealing* pada permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek jembatan, mendapatkan kombinasi yang optimal antara durasi total proyek yang paling singkat dengan peningkatan biaya paling kecil, kegiatan-kegiatan yang dapat dipercepat dan metode pemadatan durasinya.

1.4 Batasan Penelitian

Agar tujuan dalam penelitian ini dapat tercapai maka perlu adanya batasan-batasan agar penelitian menjadi lebih terarah, sebagai berikut :

- 1) dalam penelitian ini digunakan penjadwalan dengan menggunakan metode diagram jaringan CPM (“*Critical Path Method*”),
- 2) pengurangan durasi dilakukan dengan penambahan waktu kerja (kerja lembur “*overtime*” dan giliran kerja malam “*night shift*”), penambahan tenaga kerja, penggantian dan penambahan peralatan dan kombinasi antara kerja lembur dan giliran kerja malam,
- 3) jumlah sumberdaya diasumsikan tidak terbatas,
- 4) pada penelitian ini hanya meninjau permasalahan durasi dan biaya proyek,
- 5) studi kasus pada proyek penggantian jembatan Karanggayam yang berlokasi di Kabupaten Bantul,
- 6) optimalisasi dengan metode *simulated annealing* yang digunakan berdasarkan metode *simulated annealing* yang dirumuskan oleh Richard J. Balling (1991) dan P. J. M. van Laarhoven and E. H. L. Aarts (1987),
- 7) Metode optimalisasi *simulated annealing* menggunakan program “*Anneal5.EXE*” yang dibuat oleh Markus Rustyanto Hadiwidodo, ST, MT (2001).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan bagi kontraktor dan konsultan perencana jasa konstruksi dalam menyelesaikan permasalahan optimalisasi durasi dan biaya pada percepatan penjadwalan proyek.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari :

- 1) Pendahuluan, berisi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan
- 2) Tinjauan Pustaka, berisi tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.
- 3) Landasan Teori, berisi teori dan konsep yang menjadi kerangka berpikir pada pembahasan bab-bab selanjutnya.
- 4) Metode Penelitian, berisi langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.
- 5) Analisis dan Hasil, berisi analisis perhitungan durasi dan biaya kegiatan akibat dilakukannya percepatan durasi kegiatan dengan lima macam metode pemadatan durasi. Berisi hasil optimalisasi durasi dan biaya percepatan proyek dengan metode *simulated annealing*.
- 6) Pembahasan, berisi pembahasan hasil dari proses optimalisasi durasi dan biaya proyek dengan menggunakan metode optimalisasi *simulated annealing*.
- 7) Kesimpulan dan Saran, kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 “Optimal Steel Frame Design By Simulated Annealing”

Richard J. Balling (1991) dalam jurnalnya berpendapat secara umum bahwa metode *simulated annealing* dapat dikembangkan untuk digunakan dalam optimalisasi diskrit pada rangka baja tiga dimensi. Metode ini secara acak mengganggu disain yang ada (“*current design*”) untuk menghasilkan disain kandidat (“*candidate design*”). Kemudian kriteria probabilitas penerimaan dipakai untuk menentukan apakah *candidate design* tersebut dapat digunakan untuk mengganti *current design* atau tidak. Kriteria penerimaan ini memperbolehkan disain yang lebih buruk dapat dipergunakan pada permulaan proses iterasi. Sedangkan kemungkinan penerimaan disain yang lebih buruk akan menjadi lebih kecil pada tahap akhir iterasi. Metode *simulated annealing* ini diterapkan pada rangka baja tiga dimensi 6 lantai dan tidak simetris. Pada penelitian tersebut Balling menggunakan 11 variabel diskrit yang berupa kombinasi dari variasi-variasi profil kolom dan girder. Balling berhasil mengoptimisasi berat total rangka baja dari 660,0384 kips menjadi 446,3903 kips.

2.2 “Using Improved Genetic Algorithms to Facilitate Time-Cost Optimization”

Menurut Heng Li and Peter Love biasanya jika suatu proyek berjalan lebih lambat dari jadwal yang telah direncanakan, maka salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memperpendek durasi dari beberapa kegiatan yang terdapat pada jalur kritis sehingga target penyelesaian waktu proyek dapat tercapai. Pada penelitiannya

tersebut Li dan Love memperkenalkan aplikasi algoritma genetik dan melakukan beberapa perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi waktu dan biaya dengan lebih cepat. Kemudian diaplikasikan pada permasalahan optimalisasi waktu dan biaya pada proyek pembangunan rumah tinggal. Dari hasil optimalisasi didapatkan bahwa proyek tersebut dapat dipercepat dari waktu 64 hari menjadi 57 hari dan biaya awal \$14,140 menjadi \$15,670 dan terbukti bahwa metode optimalisasi non-linier, yaitu algoritma genetik dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi waktu dan biaya proyek.

2.3 “Optimasi Waktu dan biaya Bagi Pemadatan Durasi Proyek dengan Metode *Simulated Annealing*” (studi kasus proyek pengerjaan jalan HLRIP-II Package BP-03 Yogyakarta-Prambanan Section 2 Ngebruk-Bogem Curve)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Markus Rustyanto Hadiwidodo, ST, MT (2001) tersebut bertujuan untuk membuktikan bahwa algoritma *simulated annealing* dapat dipergunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi waktu dan biaya. Pembuktian tersebut dilakukan dengan pembuatan program aplikasi komputer optimalisasi waktu dan biaya dengan metode *simulated annealing*, yaitu berupa program “*Anneal5.EXE*”. Kemudian program tersebut diaplikasikan pada penyelesaian optimalisasi durasi dan biaya pada proyek pengerjaan jalan Yogyakarta-Prambanan dan percepatan dilakukan dengan pemadatan durasi dengan kerja lembur dan gliran kerja. Kesimpulan dari penelititan tersebut adalah metode optimalisasi non-linier, yaitu metode *simulated annealing* terbukti dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi waktu dan biaya. Hasil optimalisasi penjadwalan pekerjaan yang semula memiliki durasi awal 124,66 hari dengan biaya

Rp. 2.107.750.000,- berhasil dioptimalisasi dengan durasi selama 114.89 hari dan biaya terendah untuk durasi tersebut sebesar Rp. 2.109.392.250,-. Metode ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan pemrograman linier, dimana permasalahan optimalisasi waktu dan biaya yang umumnya berupa variabel non-linier tidak harus dilinierkan terlebih dahulu. Ketidakharian ini akan menghasilkan penyelesaian masalah optimalisasi yang lebih realistis dan lebih bisa mencerminkan kondisi sesungguhnya yang terjadi di lapangan.

2.4 “Analisis *Crash* Program pada Proyek Bendung Petahunan Brebes dengan Kerja Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja”

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tri Wahyudi dan Hamaraz (2002) ini dapat diambil kesimpulan bahwa *crash* program dengan sistem penambahan jumlah tenaga kerja lebih efektif dibandingkan dengan sistem kerja lembur, sehingga waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan akan lebih cepat. Pada *crash* program dengan sistem penambahan tenaga kerja, biaya yang harus dikeluarkan untuk upah lebih murah dibandingkan sistem kerja lembur.

2.5 “Efektifitas Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi”

Pada penelitian yang dilakukan oleh Agus S dan Wiwik Sri Mulyani ini diperoleh kesimpulan bahwa tenaga kerja pada pekerjaan lembur akan mengalami penurunan produktivitas sebesar $\pm 20\%$ jika dibandingkan dengan produktivitas pada pekerjaan normal. Dalam tinjauan pada waktu pelaksanaan yang sama, sistem penambahan jumlah tenaga kerja lebih efektif dibandingkan pekerjaan lembur. Begitu juga dengan penambahan upah akibat penambahan tenaga kerja akan lebih hemat

dibandingkan dengan pekerjaan lembur, karena penambahan upah lembur ternyata lebih besar dibandingkan dengan penambahan upah pada sistem penambahan tenaga kerja.

2.6 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu sebagai berikut :

1) Persamaan

Objek penelitian adalah optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat pengurangan durasi proyek dan tujuan penelitian adalah mendapatkan kombinasi yang optimal antara durasi total proyek yang paling singkat dengan peningkatan biaya paling kecil. Sedangkan metode optimalisasi yang digunakan dalam penelitian adalah metode optimalisasi *simulated annealing*. Pada proses optimalisasi menggunakan alat bantu program *Anneal5.EXE* yang dibuat oleh Hadiwidodo, ST, MT (2001).

2) Perbedaan

Subjek pada penelitian adalah permasalahan optimalisasi waktu dan biaya pada percepatan durasi proyek jembatan. Metode pemadatan durasi yang digunakan adalah pengurangan durasi kegiatan dengan 5 macam metode pemadatan durasi kegiatan, yaitu : kerja lembur, pemadatan giliran kerja malam, penambahan tenaga kerja, penambahan dan penggantian alat serta kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam. Hasil penelitian yang diharapkan adalah durasi total proyek yang paling singkat dengan kenaikan biaya terkecil akibat dari 5 macam metode pemadatan durasi kegiatan, jenis-jenis kegiatan yang dipersingkat dan metode pemadatan durasinya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Proyek konstruksi merupakan suatu usaha untuk mencapai tujuan atau hasil tertentu dalam bentuk bangunan dengan dibatasi oleh tiga kendala, yaitu waktu, biaya dan kualitas. Proyek konstruksi memiliki sifat-sifat, yaitu dimulai dari awal proyek (awal rangkaian kegiatan) dan diakhiri dengan akhir proyek (akhir rangkaian kegiatan) serta mempunyai waktu yang terbatas dan rangkaian kegiatan proyek tersebut hanya satu kali, sehingga menghasilkan produk yang bersifat unik. Oleh karena itu dalam pelaksanaan proyek konstruksi tidak dikehendaki adanya keterlambatan. Sebab dengan adanya keterlambatan tersebut akan mengakibatkan terjadinya penambahan biaya.

Perlu adanya pendekatan pengelolaan proyek yang sesuai dengan tuntutan dan sifat dari kegiatan proyek konstruksi tersebut tersebut, yaitu dengan manajemen proyek. Manajemen proyek merupakan sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Iman Suharto, 1995). Manajemen konstruksi dapat diartikan dengan penerapan fungsi-fungsi manajemen secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya secara efektif dan efisien agar tujuan proyek tercapai secara optimal.

3.2 Penjadwalan (“*Scheduling*”)

Dalam industri konstruksi sering terdapat kerancuaan antara istilah “*planning*” dengan “*scheduling*”. Kedua istilah tersebut sering kali disinonimkan dengan istilah “*planning and scheduling engineer*” (teknik perencanaan dan penjadwalan). Proses penjadwalan dalam proyek konstruksi merupakan salah satu bagian dari tiga aspek perencanaan, yaitu estimasi biaya, penjadwalan dan pengendalian (Callahan, 1992). Perencanaan sebagai bagian dari fungsi manajemen konstruksi merupakan sebuah proses pemilihan tujuan yang kemudian disusun dalam bentuk rencana dan metode untuk mencapai tujuan tersebut (Ahuja, 1994). Secara umum terdapat beberapa elemen dari proses perencanaan yang berhubungan dengan penjadwalan (Taylor, 1996), yaitu :

- 1) menetapkan tujuan proyek,
- 2) mengidentifikasi kegiatan-kegiatan,
- 3) menyusun hubungan *precedence*,
- 4) membuat estimasi waktu,
- 5) menentukan waktu penyelesaian proyek,
- 6) membandingkan sasaran-sasaran dari penjadwalan proyek,
- 7) menentukan kebutuhan sumber daya yang memenuhi tujuan.

Penjadwalan konstruksi (“*construction schedule*”) dapat berarti sebuah alat untuk menentukan kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dan urutan serta kerangka waktu dari kegiatan-kegiatan yang harus diselesaikan, dengan tujuan untuk mendapatkan penyelesaian proyek yang tepat pada waktunya dan ekonomis (Callahan, 1992). Terdapat beberapa metode penjadwalan

yang dapat digunakan untuk mengelola proyek konstruksi. Pemilihan metode penjadwalan tersebut tergantung dari karakteristik dari tiap-tiap proyek. Pada proyek dengan jumlah kegiatan yang sedikit atau tidak banyak interaksi antar kegiatan-kegiatan, dapat menggunakan metode penjadwalan diagram balok ("*Gantt Chart*") atau penjadwalan *linear*. Proyek dengan jumlah kegiatan yang banyak dan kegiatan tersebut saling mempengaruhi, maka dapat menggunakan penjadwalan dengan diagram jaringan CPM/PERT atau dengan diagram jaringan PDM.

3.3 *Gantt Chart*

Diagram balok yang ditemukan oleh H.L. Gantt pada tahun 1917 ini merupakan diagram yang paling banyak digunakan dalam penjadwalan proyek konstruksi karena kemudahannya. Dengan berpedoman bahwa diagram balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur-unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari saat dimulai sampai saat selesai. Diagram balok masih digunakan secara luas, disebabkan oleh karena bagan balok mudah dibuat dan dipahami oleh setiap level manajemen, sehingga sangat berguna sebagai alat komunikasi dalam pelaksanaan proyek. *Gantt Chart* juga diartikan sebagai suatu diagram yang terdiri dari sekumpulan garis yang menunjukkan saat mulai dan saat selesai yang direncanakan untuk item-item pekerjaan didalam proyek.

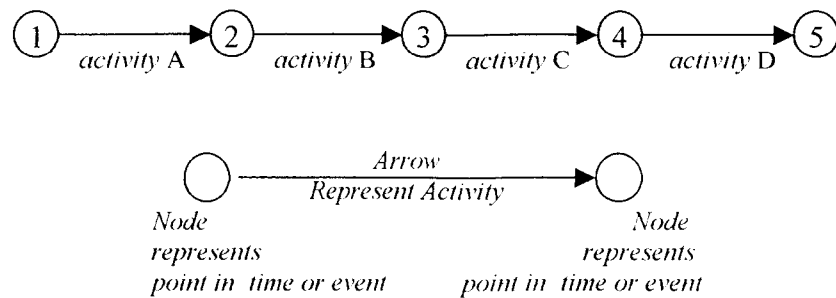
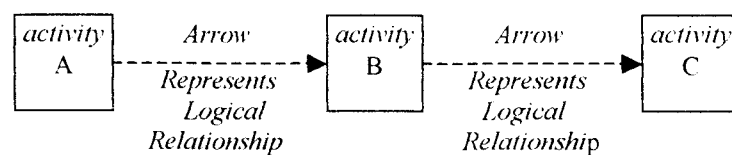
3.4 *Network Planning*

Network planning adalah alat untuk mengkoordinasikan berbagai macam kegiatan yang ada yang satu sama lainnya bebas dan atau saling bergantung berdasarkan pertimbangan sumber daya yang digunakan, logika proses yang berlangsung, dan hasil proses itu sendiri. Dalam pemakainya, yaitu pada

penyelenggaraan proyek, *network planning* menggunakan model yang berupa diagram yang disebut *network diagram*. *Network diagram* adalah visualisasi proyek berdasarkan *network planning* berupa diagram yang berisi lintasan-lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang harus dikerjakan dan terdiri dari peristiwa-peristiwa yang harus terjadi selama penyelenggaraan proyek (Ali, 1989).

Pada *network diagram* dapat dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan-kegiatan yang lainnya, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan seberapa besar pengaruhnya. Juga dengan *network diagram* dapat diketahui kegiatan-kegiatan mana saja atau lintasan-lintasan mana saja yang kritis, sehingga dengan mengetahui tingkat kekritisannya dapat ditetapkan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang timbul selama penyelenggaraan proyek.

Menurut F.H. (Bud) Grifis dan John V. Farr (2000), terdapat dua macam penjadwalan dengan *network diagram*, yaitu *activity on arrow* (AOA) dan *activity on node* (AON). Pada jaringan dengan metode AOA, anak panah menunjukkan kegiatan atau aktivitas sedangkan *node* (titik) menunjukkan *event* (peristiwa). Pada jaringan dengan metode AON atau *precedence*, *node* menunjukkan aktivitas sedangkan anak panah menunjukkan hubungan antar *node*. Jaringan dengan metode AOA tersebut digunakan dalam CPM (“*Critical Path Method*”) dan PERT (“*Program Evaluation and Review Technique*”). Sedangkan jaringan yang menggunakan metode AON adalah PDM (“*Precedence Diagram Method*”).

Activity-on-arrow diagramActivity-on-node diagram**Gambar 3.1** Diagram AOA Dan Diagram AON

(Sumber : Callahan, 1992)

Pada *precedence* diagram tidak dikenal adanya peristiwa sedangkan pada CPM/PERT dikenal adanya peristiwa pada setiap awal dan akhir kegiatan. Pada *precedence* diagram dimungkinkan suatu kegiatan dimulai sebelum kegiatan pendahulunya selesai seluruhnya. Hal ini tidak mungkin terjadi pada *network diagram* CPM/PERT. Ini merupakan kelemahan dari *network diagram* CPM/PERT, tetapi kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan modul operasi, yaitu pekerjaan yang jenisnya sama dibagi-bagi berdasarkan lokasi dan kemampuan gerak sumber daya yang tersedia.

3.4.1 PERT

CPM dan PERT dikembangkan secara terpisah pada akhir tahun 1950-an. PERT dikembangkan oleh sekelompok peneliti yang terdiri dari U.S. Navy Special Project Office dan konsultan manajemen Booz, Allen, and Hamilton untuk

merencanakan dan mengendalikan produksi dari kapal selam Polaris. PERT dikembangkan untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan. PERT juga memakai pendekatan yang menganggap kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi.

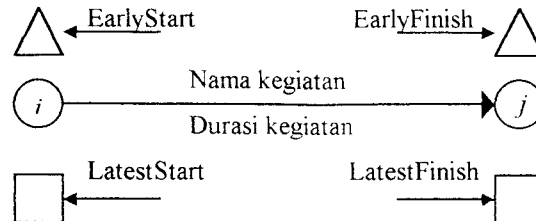
3.4.2 CPM

CPM dikembangkan antara tahun 1956 sampai dengan 1958 oleh Morgan Walker dari E. I. Du Pont de Nemours Company dan James E. Kelly, kemudian oleh UNIVAC Application Research Center of Remington Rand dalam usahanya untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. CPM merupakan suatu teknik perencanaan dengan analisis jaringan ("*network*") berdasarkan logika ketergantungan antar aktivitas yang ada dalam proyek. Metode CPM bersifat determinan, dimana metode ini mengasumsikan bahwa setidaknya terdapat satu jalur yang melalui jaringan merupakan jalur yang menentukan durasi proyek dan jalur tersebut disebut jalur kritis ("*critical path*"). Dengan penggunaan CPM ini akan terjawab hal-hal yang belum bisa digunakan dalam bagan balok, seperti berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, kegiatan mana yang bersifat kritis dan jika terjadi keterlambatan maka bagaimana pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain.

Dasar dari mendirikan bangunan dalam jaringan proyek adalah kegiatan (Grifis dan Farr, 2000). Diagram jaringan AOA seperti terlihat pada Gambar 3.2, mewakili kegiatan tersebut. Titik permulaan dan titik akhir dari kegiatan disebut dengan peristiwa-peristiwa ("*events*"). Peristiwa-peristiwa ini sama dengan *node* dalam jaringan dan diwakili dengan lingkaran seperti terlihat dalam Gambar 3.2.

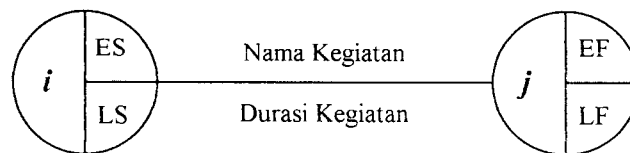
Pada diagram jaringan CPM terdapat aturan-aturan dasar sebagai berikut :

- 1) Jaringan harus mempunyai satu awalan *node* (tanpa ada kegiatan yang mendahului/"*prodecessor*") dan satu akhiran *node* (tanpa ada kegiatan yang didahului/"*successor*") masing-masing mewakili permulaan dan penyelesaian proyek.



Gambar 3.2 Elemen Dasar Dari Jaringan AOA
(Sumber : Grifis dan Farr, 2000)

Diagram jaringan AOA tersebut diatas dapat disederhanakan menjadi :



Gambar 3.3 *Node* Jaringan AOA Yang Disederhanakan
(Sumber : Diktat Manajemen Konstruksi, Faisol)

- 2) Sebelum sebuah kegiatan dapat dimulai, seluruh kegiatan yang mendahului kegiatan tersebut harus sudah selesai terlebih dahulu.
- 3) Hanya dua peristiwa yang dapat dihubungkan dengan hanya satu kegiatan.

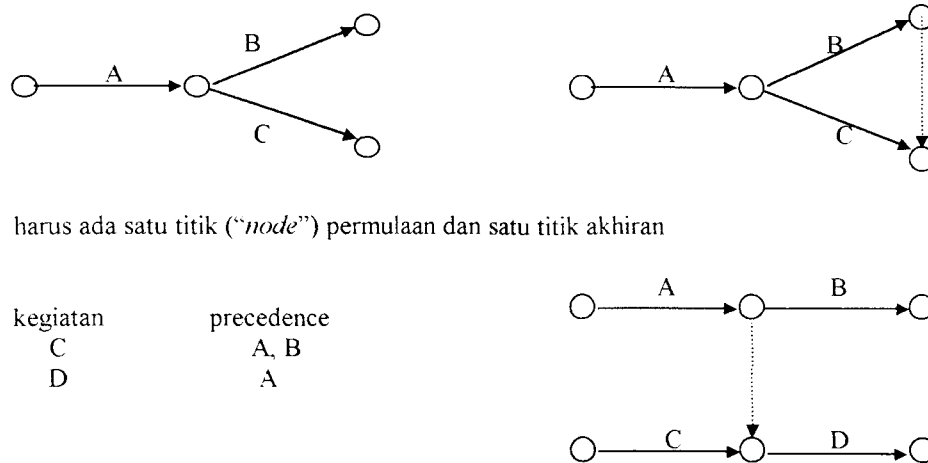
Pada Gambar 3.2 dapat kita lihat bahwa *node* pada permulaan anak panah (bagian ekor) disebut dengan *node* "i". Sedangkan *node* yang berada pada bagian akhir anak panah (bagian kepala) disebut dengan *node* "j". Karena diagram AOA menghubungkan keseluruhan *node* kegiatan, maka *node* j dari kegiatan sebelumnya merupakan *node* i dari kegiatan sesudahnya. Diagram AOA juga sering disebut dengan diagram *i-j*, karena *i* atau *j* merupakan penandaan dari *node* (Callahan, 1992).

Setiap kegiatan (“*arrow*”) memiliki diskripsi yang singkat. Diskripsi dari kegiatan biasanya dapat dituliskan dibawah atau diatas anak panah. Sebagai tambahan dari diskripsi kegiatan adalah setiap kegiatan telah ditentukan durasinya. Dalam pembahasan kali ini diskripsi kegiatan diletakkan diatas anak panah dan durasi kegiatan diletakkan dibawah anak panah. Setiap *node* mewakili satuan waktu. *Node i* merupakan satuan waktu dimana kegiatan dimulai dan *node j* merupakan satuan waktu dimana kegiatan berakhir. Jadi satuan waktu mewakili “*event*” baik pada permulaan atau akhiran kegiatan. Penyelesaian dari kegiatan sebelumnya mewakili satuan waktu permulaan kegiatan sesudahnya. Setiap *node* mempunyai nomer identitas. Setiap anak panah atau kegiatan dapat diidentifikasi dengan nomer yang terletak pada *node i* dan *node j*.

Seringkali sebuah kegiatan *dummy* harus digunakan dalam jaringan untuk mengoreksi permasalahan ketergantungan dan agar sesuai dengan syarat-syarat dasar CPM. Perulangan dicegah dengan adanya anak panah “*dummy*” (digambarkan dengan garis putus-putus). Kegiatan *dummy* juga merupakan alat yang mengijinkan beberapa batasan yang logis. Anak panah *dummy* hanya menunjukkan hubungan ketergantungan saja, tidak memiliki durasi. Jumlah anak panah *dummy* dalam jaringan harus sekecil mungkin. Pada Gambar 3.4 ditunjukkan kegunaan dari kegiatan *dummy*.



hanya satu kegiatan yang dapat menghubungkan dua peristiwa



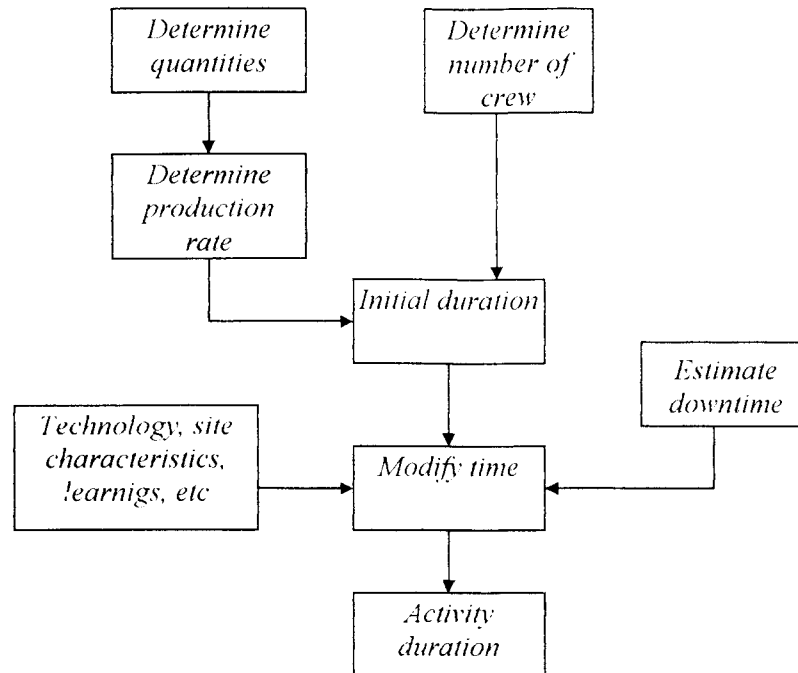
Gambar 3.4 Penggunaan Kegiatan *Dummy*
(Sumber : Grifis dan Farr, 2000)

Terdapat beberapa tahap dalam perhitungan dengan metode CPM sebagai berikut :

- 1) estimasi durasi kegiatan
- 2) melakukan perhitungan maju
- 3) melakukan perhitungan mundur
- 4) menghitung *total float*
- 5) menghitung *free float*
- 6) menentukan jalur kritis

1) Estimasi durasi kegiatan

Salah satu aspek tersulit dalam penjadwalan adalah estimasi durasi dari kegiatan-kegiatan. Seperti halnya estimasi biaya dari kegiatan. Kita harus mengetahui metode konstruksi yang akan digunakan, sumber daya yang tersedia, volume pekerjaan, dan yang paling penting adalah produktivitas. Secara umum algoritma untuk menentukan durasi kegiatan dapat dilihat pada skema dibawah ini.



Gambar 3.5 Skema Estimasi Durasi Kegiatan
(Sumber : Grifis dan Farr, 2000)

Durasi kegiatan jaringan AOA ini dihitung dengan rumus : $T_{ij} = (Q_{ij} / k_{ij}N_{ij}) + D_{ti}$,

dimana : T_{ij} = durasi kegiatan

Q_{ij} = kuantitas/volume pekerjaan

k_{ij} = jumlah tenaga kerja

N_{ij} = produktivitas

DT_{ij} = *downtime* yang berhubungan dengan pengendalian sumber daya

2) Melakukan perhitungan maju

Dasar dari semua perhitungan penjadwalan pertama kali melibatkan perhitungan maju baru kemudian melakukan perhitungan mundur dari awal sampai akhir jaringan. Untuk menjelaskan perhitungan tersebut, istilah-istilah dibawah ini harus ditetapkan terlebih dahulu :

$d(i,j)$ = estimasi durasi dari kegiatan (i,j)

$ES(i,j)$ = waktu paling cepat yang diharapkan dari permulaan kegiatan (i,j)

$EF(i,j)$ = waktu paling cepat yang diharapkan dari akhir kegiatan (i,j)

$LS(i,j)$ = waktu paling lambat yang diharapkan dari permulaan kegiatan (i,j)

$LF(i,j)$ = waktu paling lambat yang diharapkan dari akhir kegiatan (i,j)

$TF(i,j)$ = total *float (slack)* dari kegiatan (i,j)

$FF(i,j)$ = free *float* dari kegiatan (i,j)

Perhitungan maju digunakan untuk menghitung waktu paling cepat dari awal dan akhir kegiatan. Algoritma berikut ini digunakan dalam perhitungan maju:

- a. Atur waktu permulaan proyek sama dengan 0
- b. $ES(i,j) = \max[EF(k,i)$ untuk semua $k]$
- c. $EF(i,j) = ES(i,j) + d(i,j)$ untuk setiap titik (“*node*”)

dimana k adalah akhir dari peristiwa untuk semua kegiatan yang mendahului (“*precedence*”) (i,j) .

3) Melakukan perhitungan mundur

Perhitungan ini menentukan waktu paling lambat yang diharapkan dari permulaan dan akhir dari setiap kegiatan. Pada intinya, persamaan ini adalah kebalikan dari perhitungan maju. Algoritma berikut ini digunakan dalam perhitungan mundur :

- a. Waktu penyelesaian proyek T merupakan waktu maksimum dari semua waktu paling cepat dari akhir kegiatan dengan tidak ada kegiatan yang didahului (“*successor*”) lagi.
- b. $LF(i,j) = \min[LS(j,k)$ untuk semua $k]$
- c. $LS(i,j) = LF(i,j) - d(i,j)$

4) Menghitung *total float*

Total float (TF) seringkali diartikan dengan *slack* (waktu luang), terdapat perbedaan untuk setiap kegiatan antara waktu paling lambat dan waktu paling cepat dari akhir kegiatan atau antara waktu paling lambat dan waktu paling cepat dari permulaan kegiatan. *Total float* adalah waktu maksimum dari kegiatan yang dapat ditunda tanpa memperpanjang waktu penyelesaian proyek.

$$TF(i,j) = LS(i,j) - ES(i,j) = LF(i,j) - EF(i,j)$$

5) Menghitung *free float*

Free float (FF) berbeda dari *total float*, FF adalah waktu maksimum dari kegiatan yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu paling cepat dari awal urutan kegiatan manapun.

$$FF(i,j) = \text{Min}[ES(j,k) \text{ untuk semua } k] - EF(i,j)$$

6) Menentukan jalur kritis

Jalur kritis adalah urutan dari kegiatan yang mana ketika durasi dari kegiatan tersebut dijumlahkan akan menentukan durasi proyek yang minimum. Jalur kritis adalah urutan kegiatan yang memiliki *total float* sama dengan nol. Setiap keterlambatan dari kegiatan yang terdapat pada jalur kritis akan mengakibatkan terlambatnya waktu penyelesaian proyek (Grifis dan Farr, 2000). Dalam suatu jaringan mungkin saja terdapat lebih dari satu jalur kritis. Sifat atau syarat umum jalur kritis menurut Iman Suharto (1995), adalah :

- a. Pada kegiatan pertama $ES = LS = 0$ atau $E(1) = L(1) = 0$
- b. Pada kegiatan terakhir $LF = EF$
- c. *Float Total* : $TF = 0$

3.5 Pemadatan Durasi

Menurut Callahan (1992), cara termudah untuk mengurangi durasi proyek atau bagian dari proyek adalah dengan menghilangkan batasan yang tidak perlu diantara bermacam-macam kegiatan. Cara yang lain adalah dengan mengurutkan kembali kegiatan-kegiatan, kemudian membaginya dalam kegiatan-kegiatan yang lebih kecil sehingga dapat dilakukan bersamaan dan mengurangi keseluruhan durasi dengan *overlapping* berbagai kegiatan. Sedangkan menurut Willis (1986), durasi proyek dapat dikurangi dengan cara sebagai berikut :

- 1) Mengerjakan proyek dengan giliran kerja ("*multiple shifts*").

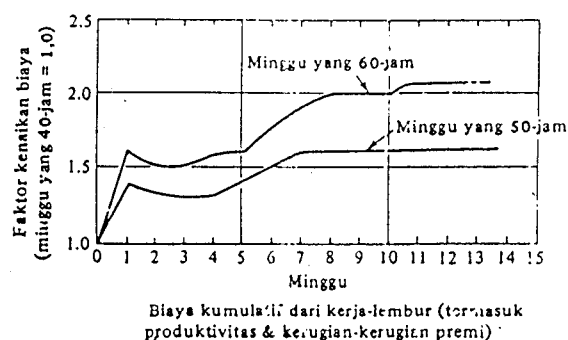
Penggunaan giliran kerja akan menyebabkan performa dari kegiatan-kegiatan tertentu akan menjadi lebih cepat. Pekerja pada *shift* malam hari akan mendapatkan upah lebih dari upah normal dan biasanya produktivitas pekerja pada malam hari lebih rendah dari produktivitas pekerja pada siang hari. Jika giliran kerja tersebut dirotasikan secara teratur (tiap minggu atau tiap dua minggu), maka sifat alamiah dari tenaga kerja (bekerja pada siang hari dan pada malam hari istirahat) akan terganggu dan akan menyebabkan produktivitas tenaga kerja akan menurun.

Selain itu terdapat faktor lain, yaitu bahwa beberapa orang memang benar-benar orang "siang hari" dan orang-orang lainnya memang orang "malam hari". Mereka akan dapat berprestasi lebih baik bilamana pekerjaan mereka cocok dengan fisiologis mereka sendiri. Kesimpulan dari penggunaan giliran kerja akan lebih produktif bila giliran kerja tersebut tidak dirotasikan secara tetap dan dilakukan penyesuaian tenaga kerja dengan regu giliran dimana dia akan berprestasi lebih baik (Barrie dan Poulson, 1990). Tetapi penggunaan giliran kerja secara tepat harus

mempertimbangkan hubungan antara setiap kegiatan dengan penerangan pada waktu malam hari dan batasan lingkungan kerja yang lain, *support services*, dan *safety*.

2) Dengan memperpanjang waktu atau hari kerja (lembur).

Pekerja yang bekerja lebih dari waktu normal 8 jam kerja tiap hari atau lebih dari waktu normal 40 jam kerja tiap minggu akan mendapatkan upah lebih dari upah normal untuk waktu lembur mereka. Akibat dari kerja lembur ini adalah akan menurunnya produktivitas keseluruhan pada waktu kerja 50 jam atau 60 jam per minggu dibawah produktivitas pada waktu kerja 40 jam per minggu. Meskipun produktivitas mereka tiap hari atau tiap minggu lebih tinggi dari pada produktivitas mereka pada waktu normal, tetapi produktivitas mereka tiap jamnya akan menurun. Penurunan produktivitas ini dikarenakan keletihan, meningkatnya ketidakhadiran, gangguan operasi dan angka-angka kecelakaan yang semakin meningkat. Penggunaan kerja lembur ini akan menaikkan biaya tenaga kerja sebanyak 50 hingga 100 persen, hal tersebut dapat dilihat pada grafik pada Gambar 3.6 (Barrie dan Poulson, 1990).



Gambar 3.6 Kerja Lembur vs Produktivitas
(Sumber : Barrie dan Poulson, 1990)

3) Menggunakan peralatan yang lebih besar atau tambahan peralatan di tempat kerja.

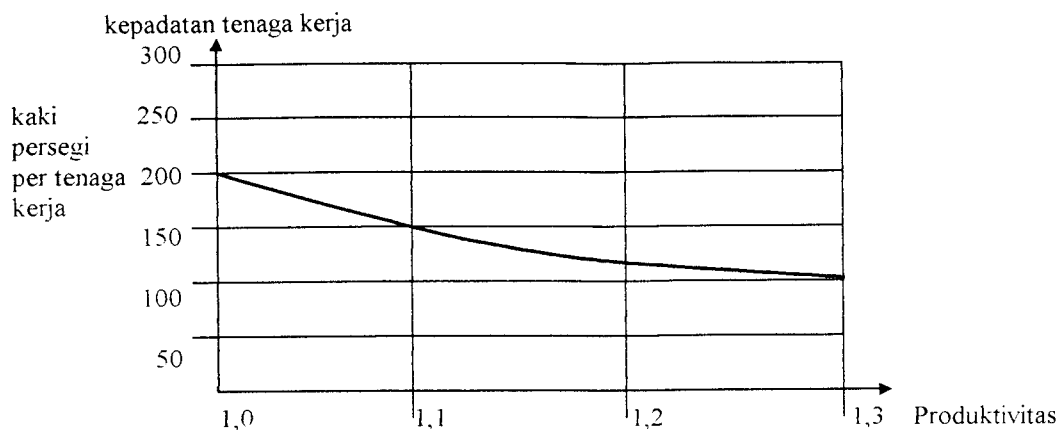
Biaya dari penyediaan peralatan di tempat kerja adalah fungsi dari biaya per jam dan biaya untuk mobilisasi peralatan tersebut. Jika peralatan akan digunakan

hanya satu hari saja, maka biaya untuk mobilisasi peralatan merupakan sebagian besar dari biaya total. Terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menghitung produksi alat berat dan pemilihan alat berat yang akan digunakan (Suryadharma dan Wigroho, 1998) antara lain sebagai berikut :

- a. waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan,
- b. material yang dikerjakan, berat volume dan jenis tanah,
- c. kemampuan operator,
- d. keadaan medan kerja,
- e. kondisi alat yang digunakan,
- f. efisiensi kerja, disini dipertimbangkan karena efisiensi kerja untuk siang atau malam akan berbeda.

4) Menempatkan orang lebih banyak pada tiap pekerjaan.

Terdapat batasan praktis untuk menentukan banyaknya orang yang dapat bekerja secara serentak pada tiap pekerjaan dengan tidak saling bertabrakan satu dengan yang lain. Menurut Iman Suharto (1995), terdapat hubungan antara jumlah tenaga kerja konstruksi, luas tempat kerja dan produktivitas. Hubungan ini dinyatakan sebagai kepadatan tenaga kerja, yaitu jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Jika kepadatan ini melewati tingkat jenuh, maka produktivitas tenaga kerja akan menurun. Hal ini disebabkan di lokasi proyek terdapat sejumlah buruh bekerja, kesibukan manusia, pergerakan peralatan serta kebisingan yang ditimbulkannya. Angka kepadatan tenaga kerja juga dipengaruhi oleh faktor-faktor kompleksitas teknis dan jenis kontrak.



Gambar 3.7 Kepadatan Tenaga Kerja vs Produktivitas
(Sumber : Iman Suharto, 1995)

5) Menggunakan material dengan biaya yang lebih mahal tetapi dengan pemasangan yang lebih cepat.

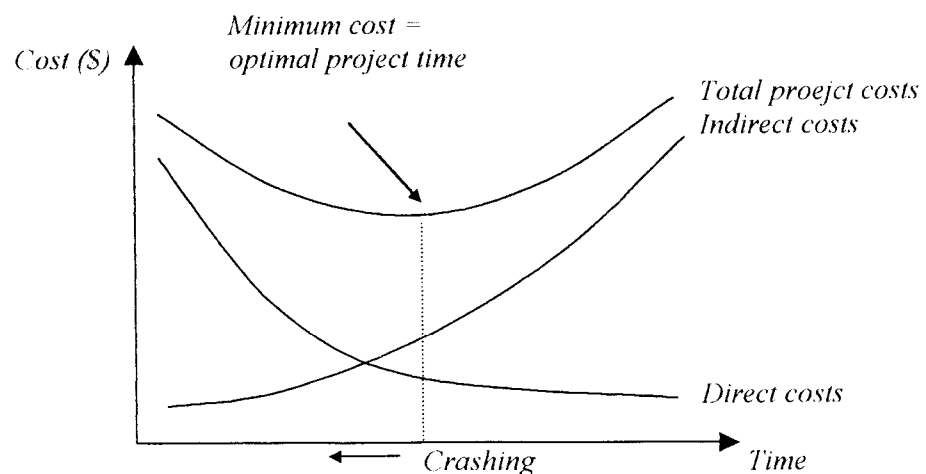
3.6 Hubungan Biaya dan Waktu

Menurut Callahan (1992) biaya total dari sebuah proyek terdiri dari biaya langsung (“*direct costs*”) dan biaya tidak langsung (“*indirect cost*”). *Direct cost* adalah biaya yang dibutuhkan oleh kegiatan-kegiatan untuk menyelesaikan pekerjaan fisik di lapangan. *Direct cost* ini meliputi biaya untuk material, tenaga kerja dan peralatan, biaya-biaya langsung tersebut dapat saling berhubungan dalam penyelesaian sebuah kegiatan. Jadi *direct cost* dari sebuah proyek adalah jumlah dari seluruh biaya langsung dari kegiatan-kegiatan.

Indirect cost adalah biaya-biaya yang dibutuhkan untuk jalannya perusahaan (kontraktor) dan biaya-biaya ini tidak memiliki hubungan langsung dengan kegiatan-kegiatan tertentu dalam proyek atau proyek-proyek tertentu. *Indirect cost* dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengeluaran umum (“*general overhead*”) dan pengeluaran proyek (“*project overhead*”). *General overhead* adalah biaya-biaya yang

dibutuhkan dalam menjalankan perusahaan dan tidak memiliki hubungan dengan proyek tertentu, misalnya biaya operasi kantor pusat seperti : biaya utilitas kantor, biaya sewa gedung, pembelanjaan kantor dan gaji pegawai. *Project overhead* adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan proyek tertentu tetapi tidak dapat menentukan biaya dari kegiatan, seperti biaya asuransi proyek, biaya pengawasan dan utilitas di lokasi proyek.

Biaya total proyek tersebut mempunyai hubungan dengan durasi. Dimana *direct cost* mempunyai hubungan yang terbalik dengan durasi, sedangkan *indirect cost* akan meningkat seiring dengan bertambahnya durasi proyek. Seperti halnya hubungan antara biaya total proyek dengan durasi, biaya *crash* proyek dengan *indirect cost* juga mempunyai hubungan yang terbalik, yaitu biaya *crash* akan meningkat ketika durasi proyek dipadatkan dan *indirect cost* akan meningkat ketika durasi proyek bertambah. Hubungan-hubungan antara *direct cost*, *indirect cost*, *crash cost* dan durasi proyek ditunjukkan pada gambar berikut ini :

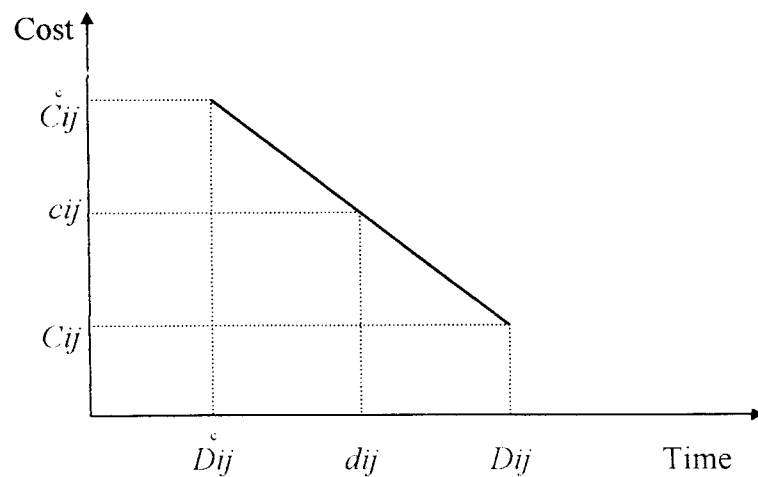


Gambar 3.8 Hubungan Antara Biaya Dan Waktu
(Sumber : Bernard W Taylor III, 1996)

3.7 Crashing dan *Time-cost trade-off*

Durasi-durasi dari kegiatan sering kali berbeda-beda tergantung pada tipe dan jumlah sumber daya yang akan digunakan. Dengan menempatkan lebih banyak tenaga kerja pada kegiatan tertentu biasanya akan menghasilkan durasi yang lebih pendek. Bagaimanapun juga durasi yang lebih cepat akan menghasilkan biaya yang lebih tinggi dan kualitas yang rendah (Chris Hendrickson dan Tung Au, 1989).

Pada Gambar 3.9 dapat dilihat hubungan antara durasi kegiatan dengan *direct costs*. Mengingat kegiatan pada gambar tersebut terpisah dan bukan merupakan referensi untuk batas waktu penyelesaian proyek, niscaya perencana akan memilih durasi yang mempunyai *direct cost* yang minimum, ditunjukkan dalam gambar oleh D_{ij} dan C_{ij} . Jika setiap kegiatan dijadwalkan untuk durasi yang menghasilkan *direct cost* yang minimal, maka waktu untuk menyelesaikan keseluruhan proyek akan menjadi sangat lama dan proyek akan terkena pinalti akibat adanya keterlambatan.



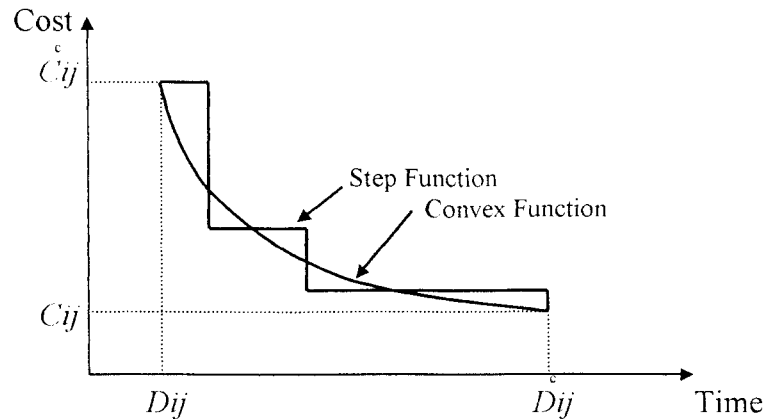
Gambar 3.9 Hubungan Linier *Time-Cost Trade-Off*

(Sumber : Chris Hendrickson dan Tung Au, 1989)

Pada kemungkinan yang lain, perencana akan memilih untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang minimum, D_{ij}^c , tetapi dengan biaya yang lebih tinggi C_{ij}^c . Waktu penyelesaian minimum ini biasa disebut dengan waktu *crash* kegiatan. Waktu minimum ini dapat ditemukan dengan mengaplikasikan CPM dengan keseluruhan durasi kegiatan diatur pada nilai yang minimum D_{ij}^c . Waktu penyelesaian proyek yang minimum ini digunakan dalam permasalahan waktu dan biaya untuk menentukan biaya *crash* proyek yang minimum. Perlu dicatat bahwa *crash cost* tidak akan dapat ditemukan dengan mengatur setiap kegiatan dengan durasi *crash* dan kemudian menjumlahkan biaya yang dihasilkannya, solusi semacam ini disebut *all-crash cost*.

Hubungan linier yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 menyatakan bahwa sembarang nilai durasi diantara dua titik dapat juga dipilih. Terdapat kemungkinan bahwa beberapa nilai diantara dua titik tersebut dapat memberikan kondisi *trade-off* yang optimal antara waktu dan biaya untuk kegiatan ini. Salah satu penyebab dari kenaikan *direct cost* akibat dari pengurangan durasi adalah penggunaan tambahan waktu kerja. Penjadwalan waktu kerja pada hari libur atau malam hari, maka waktu penyelesaian dari kegiatan akan berkurang. Upah lembur harus dibayarkan untuk penambahan waktu kerja tersebut, sehingga akan mengakibatkan peningkatan biaya. Penambahan waktu kerja cenderung akan mengakibatkan terjadinya kecelakaan dan permasalahan kualitas, sehingga *indirect cost* akan meningkat. Lebih umum lagi kita mungkin tidak mengharapkan hubungan linier antara durasi dengan *direct cost*, tetapi

sebuah fungsi cembung (“*convex*”) seperti kurva non-linier dan fungsi bertahap yang terlihat dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Hubungan Non Linier *Time-Cost Trade-Off*
(Sumber : Chris Hendrickson dan Tung Au, 1989)

3.8 Metode Optimalisasi

Dalam permasalahan optimalisasi tujuannya adalah untuk memaksimalkan atau meminimumkan sebuah besaran tertentu yang disebut dengan tujuan obyektif yang bergantung pada sejumlah berhingga variabel masukan (“*input variable*”). Variabel-variabel ini dapat tidak saling bergantung atau saling bergantung melalui satu atau lebih kendala (“*constraints*”) (Bronson, 1982). Terdapat dua jenis perhitungan yang berbeda dalam permasalahan optimalisasi, yaitu perhitungan yang melibatkan simulasi dan yang berkaitan dengan model matematis (Taha, 1993).

Simulasi adalah duplikasi atau abstraksi dari persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata ke dalam model-model matematis (Subagyo, 1990). Dalam hal ini biasanya dilakukan penyederhanaan, sehingga pemecahan dengan model-model matematis bisa dilakukan. Seringkali didalam model simulasi sudah dimasukkan unsur ketidakpastian. Dalam simulasi kita dapat selalu yakin bahwa hasil yang

diinginkan akan diperoleh dengan pasti. Masalahnya semata-mata adalah menyediakan waktu yang cukup bagi komputer. Terdapat beberapa model simulasi yang dapat dikelompokkan ke dalam beberapa penggolongan, antara lain adalah : 1) model stokastik atau probabilistik, 2) model deterministik, 3) model statik, 4) model dinamik dan 5) model heuristik.

Simulasi stokastik adalah suatu teknik yang menggunakan komputer untuk mensimulasikan tindakan-tindakan dari sebuah sistem. Sistem tersebut dapat dalam bentuk matematis atau model-model logika tentang bagaimana sebuah asumsi tertentu terbentuk (Grifis dan Farr, 2000). Didalam proses stokastik sifat-sifat keluaran ("*output*") dari proses ditentukan berdasarkan dan merupakan hasil dari konsep random (acak). Salah satu model simulasi stokastik yang telah dikenal luas adalah model simulasi Monte Carlo.

Menurut Bernard W Taylor III (1996), bilangan acak ("*random number*") memegang peranan penting dalam model simulasi probabilistik (stokastik). Jika bilangan acak tersebut tidak benar-benar acak, maka keabsahan dari hasil simulasi perlu dipertanyakan. Bilangan acak tersebut dibangkitkan dengan menggunakan teknik numerik ("*numerical technique*"). Jadi bilangan acak tersebut tidak benar-benar acak tetapi *pseudorandom number*. Bilangan acak yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan proses fisik, seperti perputaran roda roulette secara berulang-ulang. Tetapi proses tersebut tidak dapat diterapkan dalam model simulasi dengan menggunakan komputer. Terdapat beberapa karakteristik dari pembangkitan bilangan secara acak, yaitu : 1) bilangan acak harus didistribusikan secara seragam, artinya setiap bilangan acak dalam interval tertentu dari bilangan acak (misalnya interval 0 sampai 1 atau 0

sampai 100) memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih, 2) teknik numerik yang digunakan untuk membangkitkan bilangan acak haruslah efisien dan 3) urutan dari bilangan acak haruslah tidak mencerminkan sebuah pola tertentu. Saat ini sudah terdapat program-program komputer yang dapat membangkitkan bilangan acak dan dapat digunakan pada semua sistem komputer.

3.9 *Simulated Annealing* (Simulasi *Annealing*)

Simulated annealing menggunakan ide dari mekanika statistik sebagai dasar untuk pendekatan kepada bilangan bulat yang besar (*large integer*) atau permasalahan optimalisasi diskrit (Ignizio dan Cavalieer, 1994). Seperti pada algoritma genetik, penerapan dari *simulated annealing* tidak dapat memberikan garansi tercapainya solusi yang optimal, walaupun mereka mungkin menghasilkan solusi yang sangat bagus dalam waktu yang masuk akal. Seperti algoritma genetik, *simulated annealing* merupakan sebuah prosedur umum yang dapat digunakan untuk menguraikan bermacam-macam variasi kombinasi permasalahan optimalisasi. Pada akhirnya, *simulated annealing* relatif mudah untuk diprogram dan digunakan. Kombinasi dari faktor-faktor ini, yaitu solusi yang bagus untuk permasalahan yang sulit, aplikasi umum, dan mudah dipergunakan-membuat *simulated annealing* menjadi populer dikalangan praktisi diberbagai bidang.

Dalam proses pepadatan logam, *annealing* merupakan proses fisik dimana logam dalam *heat bath* (tungku) dipanaskan dengan menaikkan temperatur dari *heat bath* sampai pada temperatur maksimum, dimana semua partikel-partikel penyusun logam secara acak menyusun diri mereka pada tahap cair, kemudian diikuti dengan pendinginan dengan penurunan temperatur secara lambat dari *heat bath*. Dalam hal

ini, dengan menyediakan temperatur maksimum cukup tinggi dan pendinginan yang cukup lambat sehingga semua partikel-partikel logam dapat menyusun diri mereka sendiri pada keadaan energi terendah (“*ground state*”) dari atom-atom. Bagaimanapun, telah diketahui (Kirkpatrick, 1982) bahwa jika pendinginan terlalu cepat, maka kerusakan atau cacat akan “membeku” didalam logam dan struktur logam yang tidak berberntuk serta memiliki energi yang tinggi (“*metastable amorphous structure*”) akan tercapai daripada struktur logam dengan pola-pola geometris berbentuk kristal (“*crystalline lattice structure*”) dan memiliki energi yang rendah. Dalam proses pemadatan logam yang dikenal sebagai *quenching*, temperatur dari *heat bath* diturunkan seketika itu juga, sehingga menghasilkan pembekuan partikel-partikel logam menjadi *metastable amorphous structures* (Laarhoven dan Aarts, 1987).

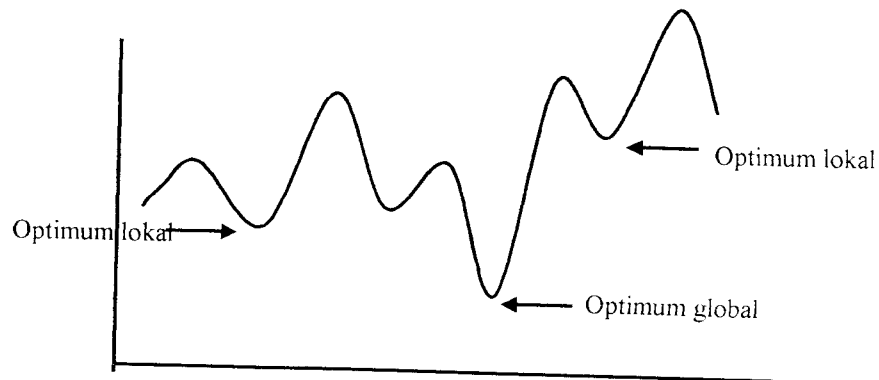
Algoritma proses *annealing* pertamakali dirumuskan oleh Metropolis dkk. pada tahun 1953, sehingga disebut dengan Algoritma Metropolis (Laarhoven dan Aarts, 1987). Hampir 30 tahun kemudian, kelompok lain dari fisikawan bekerja pada permasalahan optimalisasi diskrit untuk rancangan VLSI, mulai menyelidiki persamaan antara permasalahan optimalisasi diskrit ini dan simulasi *annealing* pada logam. Mereka mengamati hubungan-hubungan sebagai berikut :

Simulated annealing => *Discrete optimization procedure*

Ground state => *Global optimum*

Metastable states => *Local optima*

Energy => *Cost*



Gambar 3.11 Optimum Global Dan Optimum Lokal

Mereka mengeksplorasi hubungan-hubungan ini untuk mengembangkan pendekatan *simulated annealing* pada optimalisasi diskrit (Kirkpatrick, Gelatt, and Vecchi, 1983). Sejak pengenalan ini, jumlah aplikasi *simulated annealing* bertambah banyak dan termasuk *image processing* (Geman dan Geman, 1984), *computer-aided design* (Fleisher, Tavel, dan Martin, 1985), dan *clustering* (pengelompokan) (Brown dan Huntley, 1992). Dalam bidang teknik sipil, metode optimalisasi dengan menggunakan *simulated annealing* dipergunakan pertama kali dalam permasalahan optimalisasi diskrit rangka baja. Seperti yang dilakukan oleh Reinschmidt (1971), Liebman et al. (1981), Hua (1983), Grieson and Lee (1986) dan Balling and Fomesca (1989). Mereka melakukan optimalisasi diskrit pada rangka baja dengan tujuan untuk memilih profil yang optimum untuk bermacam-macam girder dan kolom dalam struktur rangka baja.

3.9.1 Konsep Dasar Program “*Anneal5.EXE*”

Program *Anneal5.EXE* adalah sebuah program komputer yang berfungsi untuk mengoptimalkan durasi dan biaya proyek akibat dilakukannya percepatan durasi kegiatan dalam proyek menggunakan metode optimalisasi *simulated annealing*. Program “*Anneal5.EXE*” ini disusun dan dibuat oleh Hadiwidodo

berdasarkan algoritma *simulated annealing* yang dikembangkan oleh Balling (1991) dan P. J. M. van Laarhoven dan E. H. L. Aarts (1987). Program “*Anneal5.EXE*” ini disusun dengan menggunakan bahasa pemrograman komputer, yaitu bahasa C dan dikompilasi dengan menggunakan *compiler* Borland C/C++ versi 3.0.

Konsep dasar probabilitas penerimaan pada metode *simulated annealing* dalam program “*Anneal5.EXE*” ini didasarkan pada algoritma proses *annealing* yang dirumuskan oleh Metropolis dkk. pada tahun 1953 (Hadiwidodo, 2001). Algoritma ini mengasumsikan pada nilai temperatur T tertentu, posisi satu atau beberapa atom terpilih acak dirubah dan perubahan energi ΔE pada sistem akibat perubahan tersebut dihitung. Apabila tingkat energi baru (setelah atom-atom penyusun berada dalam keadaan terganggu “*perturbed*”) lebih rendah dari tingkat energi lama, konfigurasi atom yang baru diterima. Tetapi bila tingkat energi lama ($\Delta E \geq 0$), dilakukan analisis probabilitas untuk memutuskan apakah konfigurasi atom yang baru diterima atau ditolak. Persamaan probabilitas untuk menentukan kriteria penerimaan tersebut dirumuskan sebagai :

$$P = \exp(-\Delta E / K_B \cdot T) \quad (3.1)$$

dimana K_B adalah konstanta Boltzman. P memiliki interval antara 0 sampai 1. Tampak bahwa nilai probabilitas dipengaruhi oleh temperatur sistem T . Pada keadaan dimana temperatur sistem tinggi atau pada tahap awal proses *annealing*, probabilitas untuk penerimaan akan lebih besar dibanding pada temperatur rendah atau pada tahap akhir proses *annealing*. Untuk memutuskan apakah keadaan baru diterima atau ditolak, dipilih suatu nilai secara acak dengan interval 0 sampai 1 yang kemudian dibandingkan dengan nilai P . Bila bilangan acak yang dibangkitkan lebih kecil dari P

maka konfigurasi baru diterima. Bila lebih besar atau sama maka konfigurasi baru ditolak.

Proses perubahan konfigurasi atom dan analisis probabilitas tersebut diulangi untuk seluruh atom sistem, sampai tingkat energi yang tetap pada nilai temperatur T tercapai atau disebut sebagai keadaan *thermal equilibrium*. Kemudian nilai temperatur T diturunkan dan keseluruhan proses diulangi. Proses iterasi akan dihentikan bila keadaan *thermal equilibrium* satu nilai temperatur dan nilai temperatur yang lebih rendah mencapai konvergensi, yaitu keadaan dimana tidak dijumpai adanya perbedaan yang signifikan antara nilai fungsi objektif keadaan baru dengan nilai fungsi objektif keadaan lama. Pada keadaan tersebut sistem diasumsikan telah berada pada kondisi optimum global dengan tingkat energi minimal dan stabil.

Penerapan algoritma Metropolis pada masalah optimalisasi dengan banyak variabel disain dikembangkan oleh Kirkpatrick dkk. Pada tahun 1982 (Balling, 1991). Penerapannya dilakukan dengan mengasumsikan tingkat energi atom sebagai fungsi objektif dan konfigurasi atom sebagai variabel disain. Temperatur menjadi parameter kontrol yang mengatur tercapainya konvergensi. Proses iterasi diawali dengan perubahan konfigurasi variabel disain pada nilai temperatur tertentu dengan mengacak nilai salah satu variabel disain sehingga nilai fungsi objektif berubah. Kriteria penerimaan konfigurasi baru tersebut tergantung pada selisih antara nilai fungsi objektif awal dengan nilai fungsi objektif baru. Konfigurasi yang menghasilkan nilai fungsi objektif baru lebih kecil atau lebih baik dari nilai fungsi objektif awal diterima menjadi konfigurasi awal bagi proses iterasi berikutnya. Tetapi bila konfigurasi baru memiliki nilai fungsi objektif lebih besar atau lebih buruk dari

nilai fungsi objektif konfigurasi awal, dilakukan analisis probabilitas dengan perumusan sebagai berikut :

$$P = \exp(-\Delta E / K_B.T) \quad (3.2)$$

dimana ΔE adalah selisih fungsi objektif antara konfigurasi awal dengan konfigurasi baru, K_B adalah konstanta Boltzman dan T adalah temperatur sistem. Nilai P dibandingkan dengan sebuah bilangan acak yang dibangkitkan pada interval nol sampai satu. Bila bilangan acak yang dibangkitkan lebih kecil dari P maka konfigurasi diterima sebagai konfigurasi sistem, sedangkan bila lebih besar atau sama maka konfigurasi baru ditolak dan konfigurasi awal tetap digunakan. Selanjutnya dipilih variabel disain lain secara acak dan proses tersebut diulangi untuk seluruh variabel disain.

Setelah konfigurasi baru pada satu nilai temperatur T dirubah, temperatur diturunkan dan dilakukan perubahan konfigurasi. Proses iterasi tersebut dilakukan sampai tercapai konvergensi, yaitu pada keadaan dimana setelah sejumlah tertentu iterasi, nilai fungsi objektif pada temperatur $T+1$ tidak lebih baik dibanding nilai fungsi objektif pada temperatur T . Menurut Laarhoven dan Aarts (1987) ada empat parameter yang disebut *cooling schedule* akan menentukan kinerja algoritma. Keempat parameter *cooling schedule* adalah sebagai berikut :

- 1) Penentuan temperatur awal dan metoda untuk memperbarui nilai temperatur

Temperatur awal harus ditentukan sedemikian rupa supaya probabilitas penerimaan pada tahap awal optimalisasi relatif besar (mendekati 1). Kirkpatrick dkk. (1982) merumuskan metoda untuk memperbarui nilai temperatur.

$$T_{k+1} = \alpha.T_k, \quad k = 0,1,2,\dots; \quad 0,5 \leq \alpha \leq 0,99 \quad (3.3)$$

2) Kriteria untuk mengakhiri proses optimalisasi

Umumnya proses optimalisasi dianggap selesai bila perubahan pada nilai fungsi objektif terlalu kecil atau bila suatu temperatur yang ditetapkan sebagai temperatur akhir telah tercapai.

3) Jumlah iterasi yang diperlukan untuk mencapai thermal equilibrium pada suatu nilai temperatur. Pada beberapa kasus terkadang tidak dimungkinkan tercapainya konvergensi pada suatu nilai temperatur tertentu (jumlah iterasi = ∞) sehingga perlu diterapkan suatu nilai maksimum jumlah iterasi yang bisa dilakukan oleh sistem. Nilai ini harus cukup besar untuk menghindarkan terjadinya konvergensi prematur yang akan mengarah pada pencapaian optimum lokal.

4) Metoda untuk merubah disain awal ke disain terganggu

Metode ini akan mempengaruhi kemampuan sistem mencapai *thermal equilibrium* pada suatu nilai temperatur. Balling (1991) merubah disain asal dengan mengganti nilai seluruh variabel disain satu persatu secara acak dengan nilai baru yang juga dipilih secara acak.

Pada penyusunan *cooling schedule* dikenal adanya kondisi *quasi-equilibrium*, yaitu kondisi dimana sistem mencapai *thermal equilibrium* pada nilai temperatur tertentu. Pencapaian *quasi-equilibrium* dilakukan dengan melakukan iterasi pada temperatur tertentu sebanyak maksimal M kali sampai nilai fungsi objektif relatif tidak berubah. Adanya nilai M bagi pembatasan jumlah iterasi adalah untuk menghindarkan *osilasi*, yaitu terjebaknya algoritma disekitar suatu nilai fungsi objektif tertentu. Pada Gambar 3.12 ditunjukkan diagram alir algoritma *simulated annealing*. Parameter-parameter yang dipakai pada algoritma tersebut adalah : i

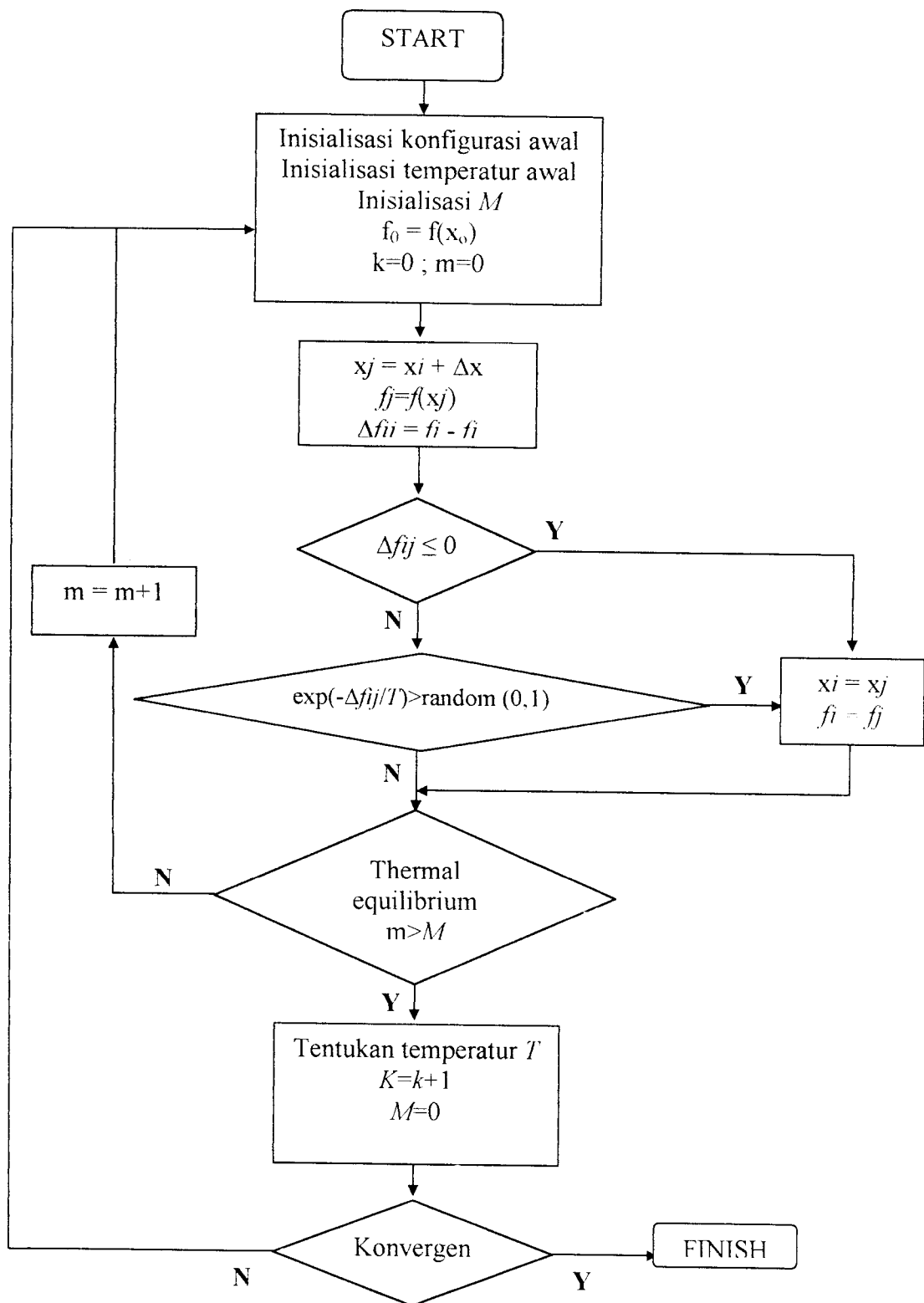
sebagai konfigurasi awal, j sebagai konfigurasi akhir, T sebagai temperatur sistem, M sebagai kriteria jumlah iterasi untuk mencari konfigurasi j dari konfigurasi i , atau untuk mencapai kondisi *quasi-equilibrium*, f sebagai nilai fungsi objektif yang diperoleh berdasarkan konfigurasi tertentu dan X sebagai nilai variabel disain pada konfigurasi tertentu.

Pada penerapan masalah optimalisasi untuk masalah tertentu dibutuhkan perumusan probabilitas penerimaan yang spesifik. Pada studi ini akan digunakan perumusan probabilitas penerimaan dari Balling (1991) sebagai berikut :

$$P = \exp (-D / CT) \quad (3.4)$$

dimana D adalah nilai fungsi objektif disain kandidat fungsi objektif disain sebelumnya, C adalah konstanta normalisasi dan T adalah temperatur sistem. Kemudian sebuah bilangan acak $X(0,1)$ dibangkitkan dan dibandingkan dengan nilai P . Apabila $X < P$, disain kandidat diterima sebagai disain awal untuk iterasi berikutnya.

Persamaan 3.4 tersebut diturunkan dari persamaan pada algoritma Metropolis dimana D identik dengan peningkatan energi sistem dari keadaan awal ke keadaan “terganggu”, C identik dengan konstanta Boltzman dan T identik dengan temperatur sistem. Pada persamaan 3.4 konstanta normalisasi C diperoleh rerata berjalan (“*running average*”) D , dengan variabel M digunakan untuk memperbarui nilai C .



Gambar 3.12 Diagram Alir Algoritma *Simulated Annealing*
(Sumber : Hadiwidodo, 2001)

Pada awal algoritma, nilai C dan M diatas diinisialisasi dengan nilai masing-masing 1 dan 0. Setiap kali dihasilkan disain kandidat yang lebih buruk dari disain sebelumnya, nilai C dan M diperbarui dengan persamaan berikut :

$$C = M \times C + D/M+1 \quad (3.5)$$

$$M = M+1 \quad (3.6)$$

Selanjutnya nilai baru tersebut digunakan untuk melaksanakan analisa probabilitas dengan persamaan (3.4). Parameter-parameter lain yang harus didefinisikan pada awal algoritma adalah :

- a. P_s , yaitu probabilitas penerimaan awal untuk rata-rata $D=C$
- b. P_f , yaitu probabilitas penerimaan akhir untuk rata-rata $D=C$
- c. N , yaitu jumlah iterasi keseluruhan (seandainya terjadi kasus dimana sistem tidak bisa mencapai konvergensi dan/atau ber-*osilasi* disekitar nilai fungsi objektif tertentu, kriteria ini akan menentukan penghentian iterasi)

Apabila diasumsikan nilai probabilitas penerimaan pada awal optimalisasi sebesar P_s , maka nilai temperatur awal T ditentukan dengan persamaan berikut :

$$T = -1 / \log(P_s) \quad (3.7)$$

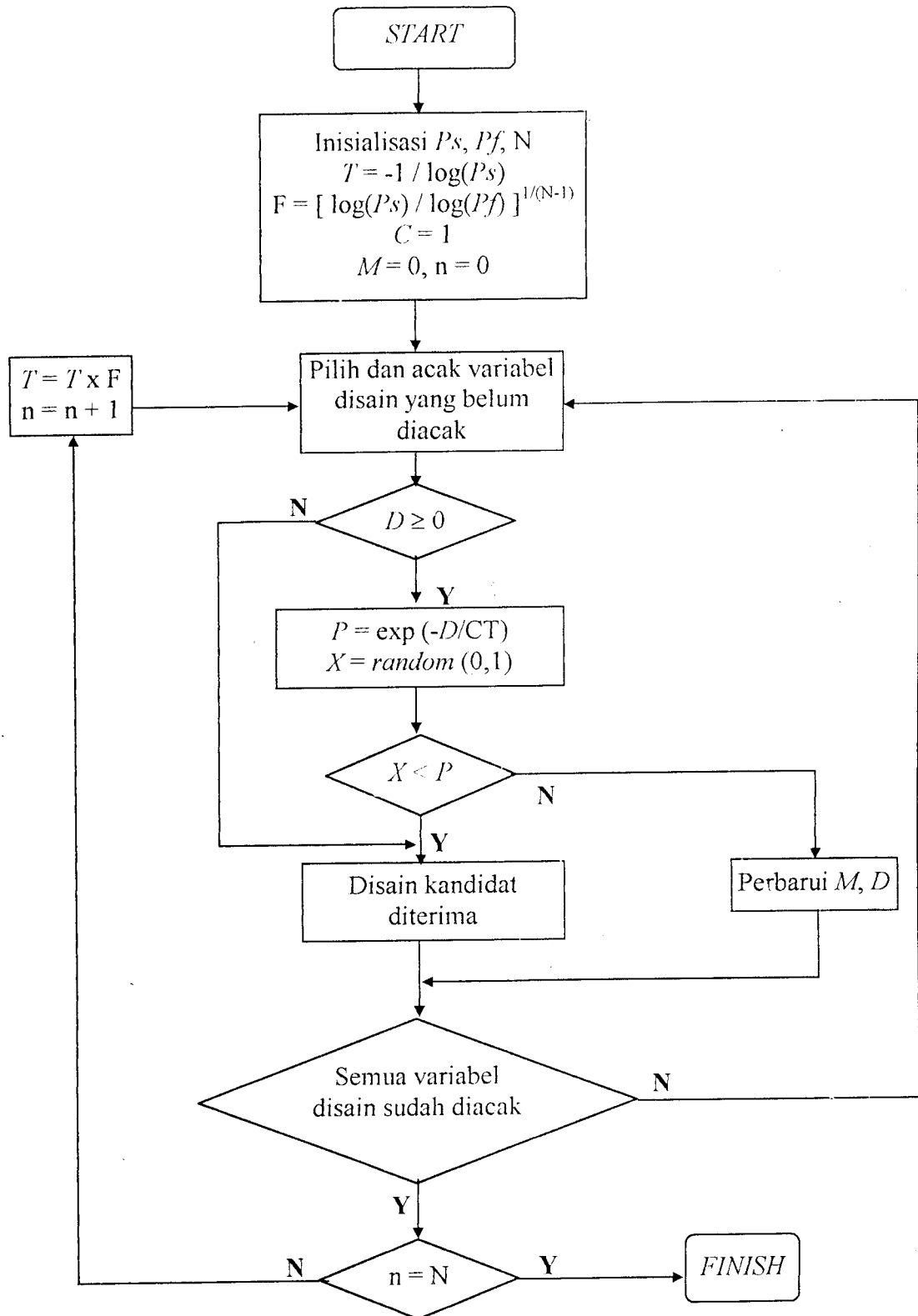
Nilai T diperbarui dengan menggunakan faktor pendingin (*cooling factor*) F yang dirumuskan sebagai berikut :

$$T = T \times F \quad (3.8)$$

Dengan nilai F dirumuskan sebagai berikut :

$$F = [\log(P_s) / \log(P_f)]^{1/(N-1)} \quad (3.9)$$

Algoritma *simulated annealing* dari Balling (1991) tampak pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram Alir Algoritma *Simulated Annealing* Menurut Balling (1991)
(Sumber : Hadiwidodo, 2001)

Menurut Hadiwidodo (2001) pada algoritma pemrograman menggunakan metode optimalisasi yang disusun oleh Balling (1991) yang telah diuraikan diatas terdapat beberapa perubahan atau penambahan yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

- a. Kriteria untuk mencegah terjadinya *osilasi*, yaitu proses iterasi berulang-ulang yang menghasilkan nilai fungsi objektif yang secara signifikan tidak berubah. Hal ini akan terjadi pada tahap akhir optimalisasi dimana kriteria probabilitas penerimaan sudah sedemikian kecil (mendekati probabilitas akhir P_f) sehingga penerimaan terhadap nilai fungsi objektif yang lebih buruk dari fungsi objektif sebelumnya hampir tidak diperkenankan. Pada permasalahan optimalisasi biaya-waktu ini, iterasi akan dihentikan bila disain yang sama telah diacak sebanyak kuadrat jumlah iterasi, dan selanjutnya iterasi diteruskan dengan menggunakan disain lama serta nilai temperatur baru.
- b. Perhitungan fungsi kendala pada algoritma dari Balling yang diterapkan untuk optimalisasi struktur rangka batang, perhitungan fungsi kendala dilakukan segera setelah satu elemen diacak. Sedangkan pada algoritma yang disusun untuk optimalisasi biaya-waktu ini, fungsi kendala dihitung setelah seluruh elemen diacak. Sehingga kombinasi variabel disain yang memenuhi diharapkan dapat lebih bervariasi.

3.9.2 Analogi Metode *Simulated Annealing* Pada Permasalahan Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek

Pencarian solusi yang paling optimal pada proses pembentukan logam dengan metode *simulated annealing* bertujuan untuk mendapatkan energi yang paling kecil

dari logam. Optimalisasi dilakukan dengan memberikan rentang nilai temperatur yang lebar dan penurunan temperatur secara bertahap (pelan-pelan) serta pada setiap temperatur tertentu harus didapatkan sebuah solusi energi yang minimum. Dibawah ini adalah asumsi-asumsi hubungan antara *simulated annealing* dengan permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek :

Simulated annealing => Proses optimalisasi durasi dan biaya proyek

Logam => Proyek

Konfigurasi => Diagram jaringan CPM

Partikel => Durasi dan Biaya Kegiatan

Pendinginan => Pengurangan durasi proyek secara bertahap

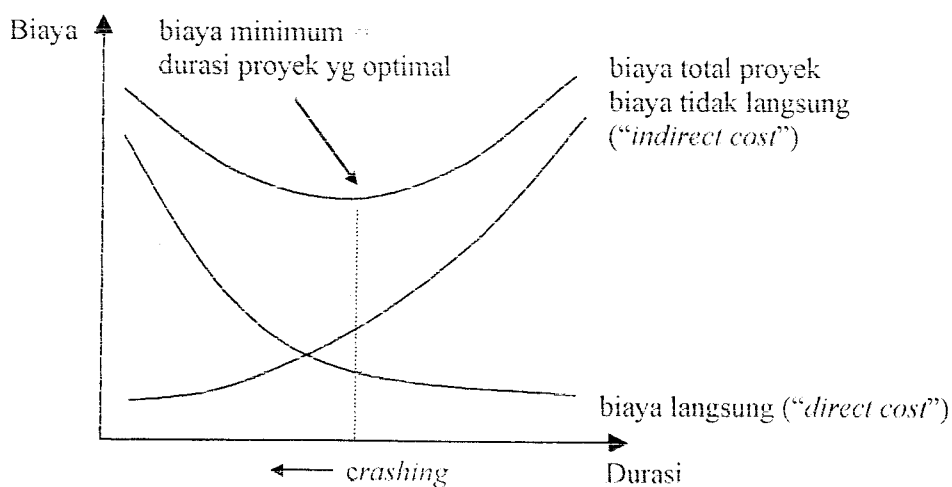
Temperatur => Durasi proyek

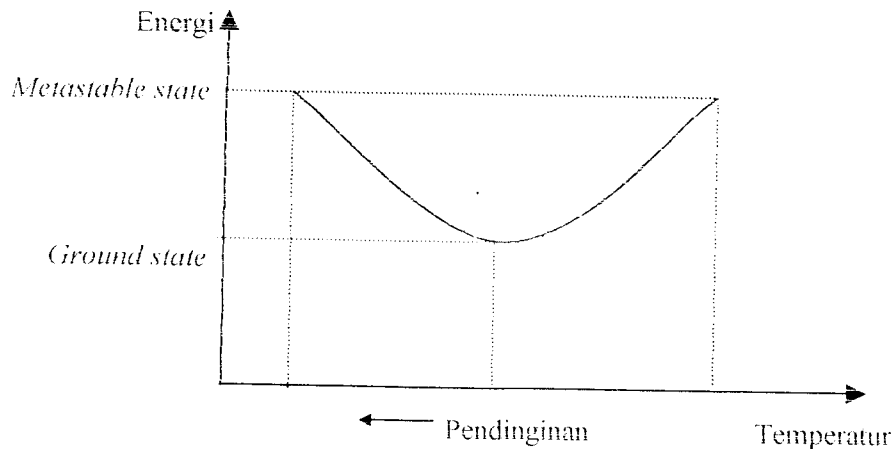
Energi => Biaya total proyek

Ground state => Biaya total proyek terendah

Metastable state => Biaya total proyek tertinggi

Hubungan antara temperatur dengan durasi dan energi dengan biaya proyek, dapat dilihat pada gambar berikut ini :





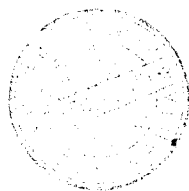
Gambar 3.14 Hubungan Proyek Konstruksi Dengan *Simulated Annealing*

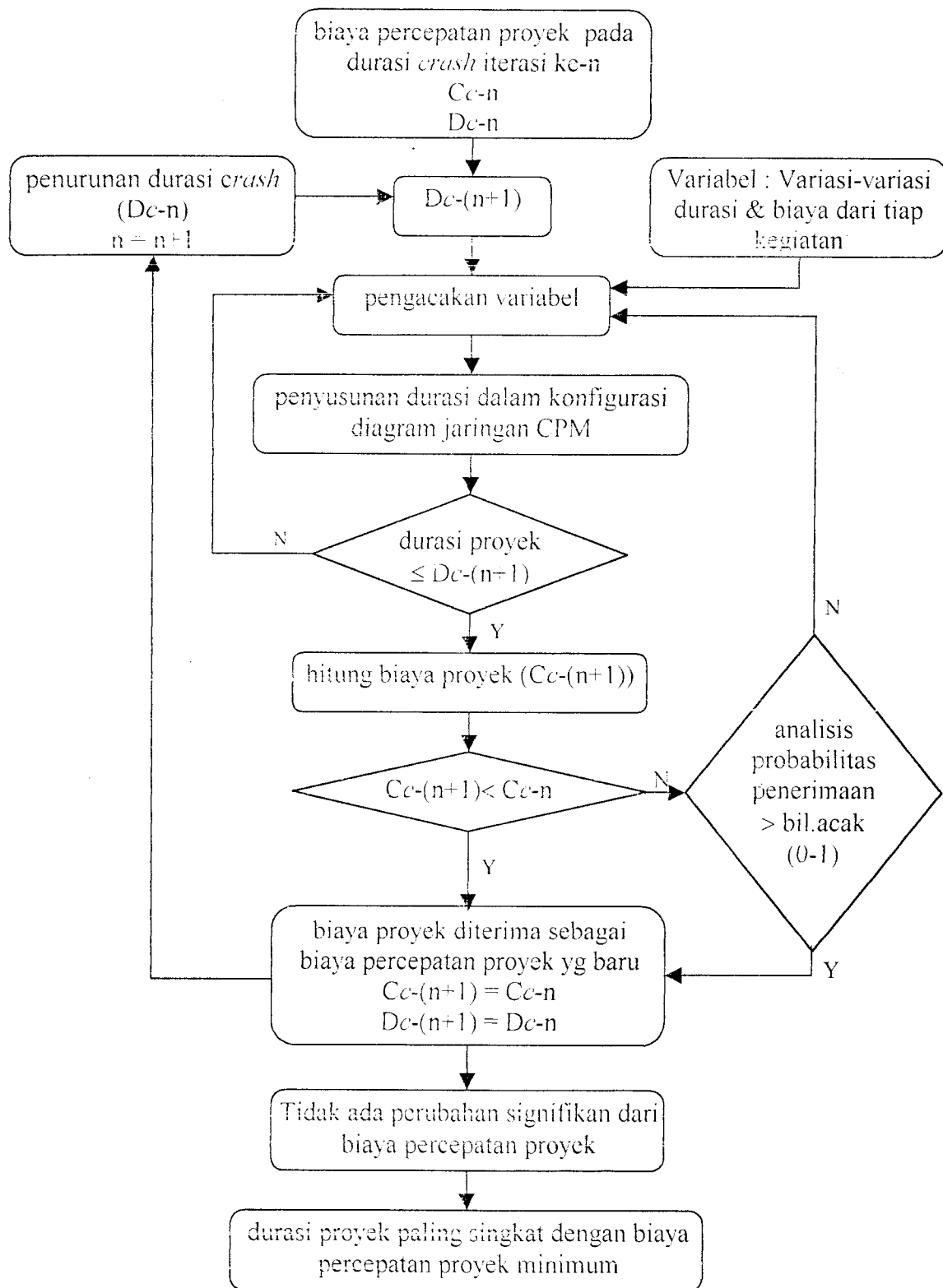
Proses optimalisasi durasi dan biaya proyek menggunakan metode *simulated annealing* bertujuan untuk mendapatkan peningkatan biaya proyek paling kecil akibat adanya percepatan durasi proyek. Optimalisasi dilakukan dengan memberikan rentang yang lebar antara durasi proyek yang cukup besar (durasi normal = temperatur maksimum) dengan durasi proyek minimum (durasi *crash* = temperatur minimum). Dengan pemberian rentang durasi tersebut, maka terdapat kemungkinan bahwa beberapa nilai diantara dua titik durasi tersebut dapat memberikan kondisi *trade-off* yang optimal antara durasi proyek paling singkat dengan peningkatan biaya proyek yang minimum. Agar kondisi optimal tersebut dapat tercapai maka dibutuhkan variabel-variabel masukan (variabel disain) yang berupa variasi-variasi durasi dan biaya percepatan dari tiap-tiap kegiatan dalam proyek. Dalam penelitian ini, variasi-variasi tersebut didapatkan dengan mempercepat durasi kegiatan dengan 5 macam metode pemadatan.

Pada analogi ini, proses pencarian peningkatan biaya proyek yang minimum akibat percepatan durasi proyek dilakukan dengan menurunkan durasi proyek secara bertahap. Proses ini dilakukan dengan cara iterasi, dimana pada setiap nilai penurunan

durasi (durasi *crash* ($Dc-n$)) pada iterasi ke- n proyek harus didapatkan sebuah solusi peningkatan biaya proyek yang minimal ($Cc-n$). Untuk mendapatkan durasi *crash* dan biaya proyek tersebut dilakukan dengan melakukan pengacakan variabel disain, kemudian variabel-variabel yang berupa durasi kegiatan disusun dalam konfigurasi diagram jaringan CPM. Jika menghasilkan durasi proyek yang lebih singkat atau sama dengan nilai durasi *crash* proyek, kemudian biaya proyek dihitung dan jika menghasilkan durasi proyek yang lebih besar dilakukan pengacakan ulang variabel disain. Kemudian jika biaya proyek yang dihasilkan pada $Dc-n$ lebih baik dari biaya proyek pada Dc sebelumnya, maka biaya proyek ($Cc-n$) diterima sebagai solusi biaya percepatan proyek yang baru. Jika sebaliknya lebih buruk dari durasi sebelumnya, maka untuk menentukan biaya proyek tersebut diterima atau tidak dilakukan dengan analisis probabilitas.

Jika pada $Dc-n$ tertentu didapatkan sebuah solusi biaya proyek yang bagus, kemudian proses optimalisasi dilanjutkan dengan menurunkan durasi secara bertahap ($Dc-(n+1)$). Proses pencarian dilakukan sampai tidak ada perubahan yang signifikan antara biaya percepatan proyek satu ($Cc-n$) dengan biaya percepatan proyek yang baru ($Cc-(n+1)$). Gambaran analogi metode *simulated annealing* pada permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek dapat dilihat pada diagram berikut ini :





Gambar 3.15 Diagram Alir Analogi Proses *Simulated Annealing* Pada Proses Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Konstruksi

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dan objek pada penelitian dengan topik optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek dengan metode *simulated annealing* ini adalah sebagai berikut :

1) Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek penggantian jembatan Karanggayam.

2) Objek Penelitian

Objek penelitian adalah optimalisasi durasi dan biaya percepatan proyek akibat pengurangan durasi proyek dengan 5 macam metode pemadatan durasi kegiatan dengan metode *simulated annealing*.

4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian sebagai berikut :

4.2.1 Studi literatur

Studi literatur pada penelitian ini adalah mendapatkan informasi-informasi atau berita-berita yang berkaitan dengan pengerjaan proyek konstruksi dan khususnya pada proyek konstruksi yang mengalami keterlambatan. Pada penelitian ini informasi tersebut didapatkan jurnal-jurnal penelitian (*Journal of Construction Engineering and*

Management dan *Journal of Structural Engineering*) dan dari media koran Kompas. Maksud dan tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan informasi yang dapat memperkuat argumen dari permasalahan yang terdapat dalam latar belakang penelitian.

4.2.2 Studi pustaka

Studi pustaka adalah mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan meliputi :

- 1) penjadwalan,
- 2) pemadatan durasi,
- 3) tenaga kerja dan alat berat,
- 4) hubungan waktu dan biaya ,
- 5) *crashing* dan *time-cost trade off*,
- 6) metode optimalisasi.
- 7) pengumpulan dan pengolahan data

4.2.3 Metode pengumpulan data

Pengambilan data sekunder, yaitu berupa dokumen penawaran proyek penggantian jembatan propinsi di Kabupaten Sleman dan Bantul, untuk pekerjaan penggantian jembatan Karanggayam sepanjang 31,00 m'. Data yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi :

- a. Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP),
- b. *Schedule* proyek,
- c. Metode pelaksanaan proyek.

4.2.4 Pengolahan data proyek

- 1) Pengolahan data *schedule* proyek, yaitu merubah *schedule* proyek (“*gant chart*”) menjadi diagram jaringan *Critical Path Method* (CPM).
- 2) Analisis durasi dan biaya proyek

Tujuan dari analisis waktu dan biaya proyek ini adalah untuk mendapatkan variasi-variasi durasi dan biaya proyek akibat pengurangan durasi kegiatan. Pengurangan durasi kegiatan ini dilakukan dengan 5 macam metode pemadatan durasi kegiatan, yaitu :

- i. pemadatan durasi dengan kerja lembur (“*overtime*”),
- ii. pemadatan durasi dengan giliran kerja malam (“*night shift*”),
- iii. pemadatan durasi dengan penambahan tenaga kerja,
- iv. pemadatan durasi dengan penggantian dan penambahan alat,
- v. pemadatan durasi dengan kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam.

Metode-metode pemadatan durasi kegiatan ini tergantung dari karakteristik dan kondisi lokasi dari proyek jembatan Karanggayam.

4.2.5 Optimalisasi waktu dan biaya proyek dengan metode *simulated annealing*

- 1) Mengidentifikasi dan merumuskan masalah

- a. Mengidentifikasi variabel

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah variabel diskrit, yaitu variabel yang nilainya telah ditetapkan terlebih dahulu. Variabel diskrit dalam penelitian ini adalah hasil dari analisis durasi dan biaya proyek berupa variasi-variasi durasi dan biaya kegiatan akibat pemadatan durasi

dengan kerja lembur, giliran kerja, penambahan tenaga kerja, penambahan atau penggantian alat dan kombinasi kerja lembur dengan giliran kerja malam.

b. Menentukan sasaran dan tujuan yang akan dicapai

Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan atau sasaran yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimalkan biaya total proyek yang dapat diformulasikan dengan

$$C = \sum C_i$$

dimana C adalah biaya total proyek, dan C_i adalah biaya penyelesaian kegiatan-kegiatan dalam proyek.

c. Menentukan kendala

Kendala atau fungsi batasan merupakan batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. Kendala yang membatasi fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- i. durasi maksimal yang ditetapkan bagi penyelesaian proyek,
- ii. logika hubungan antara kegiatan-kegiatan didalam proyek.

2) Pemasukkan data

Data yang digunakan dalam proses optimalisasi dengan metode *simulated annealing* ini terdiri dari :

- a. data diagram jaringan CPM,
- b. data variasi-variasi waktu dan biaya proyek dari analisis pemadatan durasi.

3) Melakukan simulasi *annealing*

Proses optimalisasi dengan *simulated annealing* ini dilakukan dengan 6 macam proses optimalisasi proyek, yaitu :

- a. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena penggunaan kerja lembur.
- b. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena penggunaan giliran kerja malam.
- c. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena penambahan tenaga kerja.
- d. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena penggantian dan penambahan alat.
- e. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam.
- f. Optimalisasi durasi dan biaya proyek karena kombinasi diantara kelima metode pemadatan durasi.

4.2.6 Analisis hasil optimalisasi dengan metode *simulated annealing* terhadap perubahan waktu dan biaya.

Proses optimalisasi dengan *simulated annealing* ini dilakukan sebanyak 5 kali eksekusi program, dengan parameter dan permasalahan optimalisasi yang identik. Hal ini dilakukan karena proses pencarian solusi dengan *simulated annealing* ini berdasarkan pembangkitan variabel disain secara acak, sehingga akan menghasilkan hasil akhir yang acak pula. Hasil akhir yang diperoleh dikumpulkan dan dibandingkan untuk kemudian diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir.

4.2.7 Kombinasi durasi dan biaya proyek yang optimum

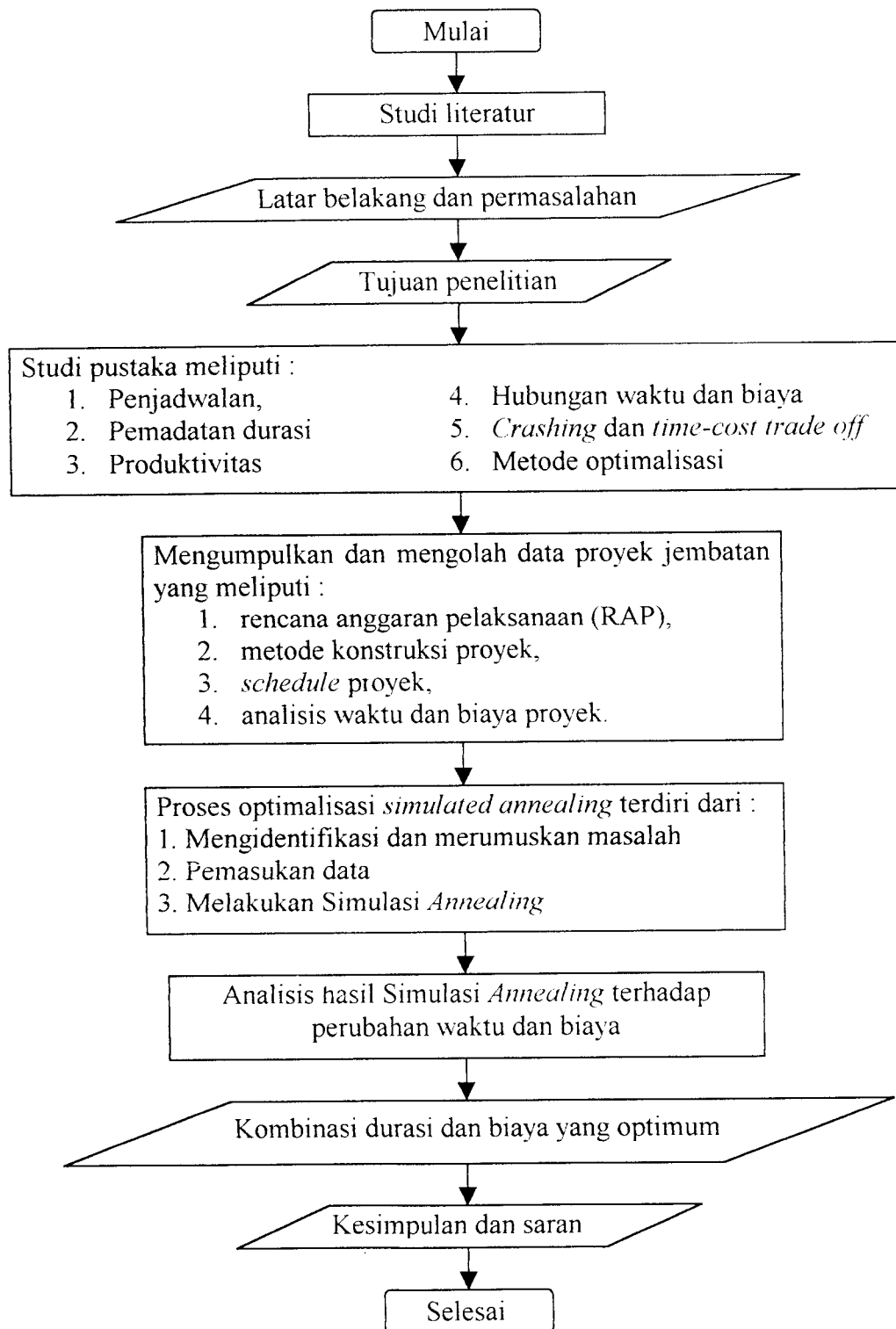
Kombinasi durasi dan biaya dikatakan optimum jika memenuhi fungsi tujuan, yaitu biaya total proyek yang minimal dengan durasi total proyek lebih pendek atau sama dengan durasi proyek yang ditetapkan.

4.2.7 Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran.

4.3 Bagan Alir Metode Penelitian

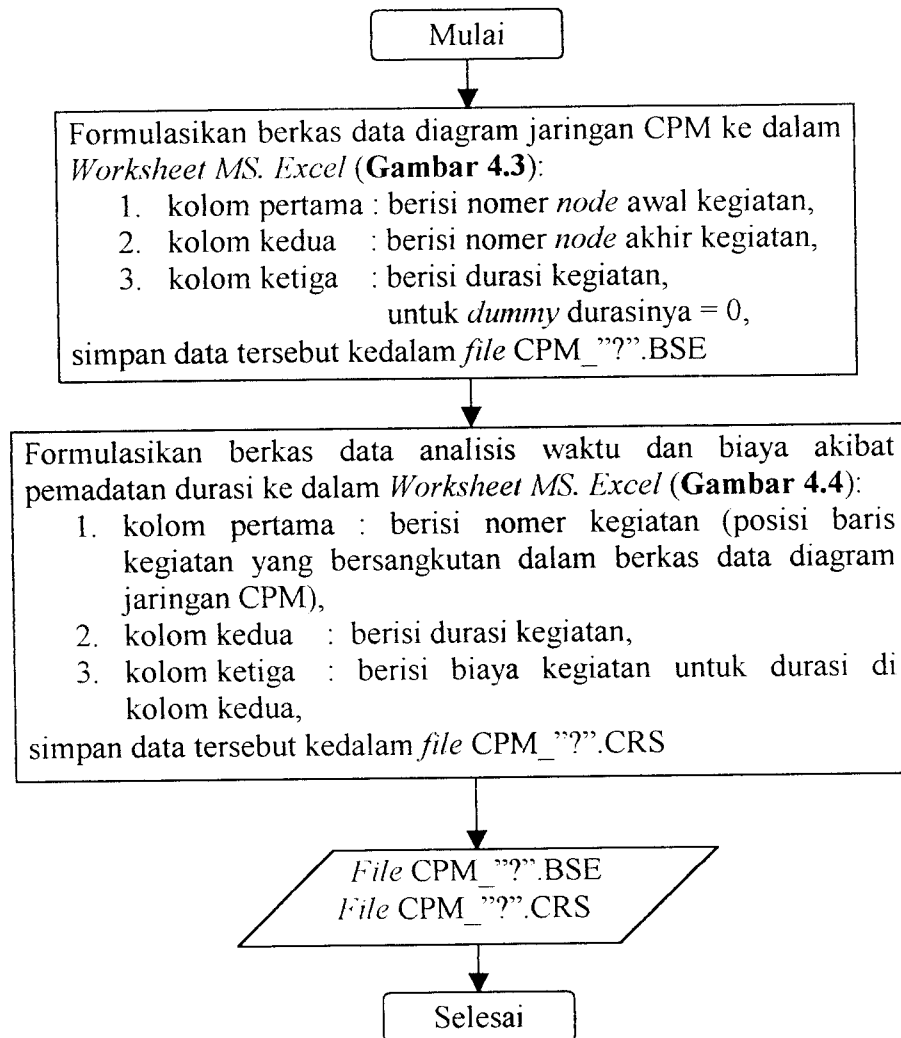
Bagan alir pada Gambar 4.1 dibawah ini dapat dilihat langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.



Gambar 4.1 Bagan Alir Metode Penelitian

4.4 Bagan Alir Pemasukkan Data dan Proses Optimalisasi Dengan *Simulated*

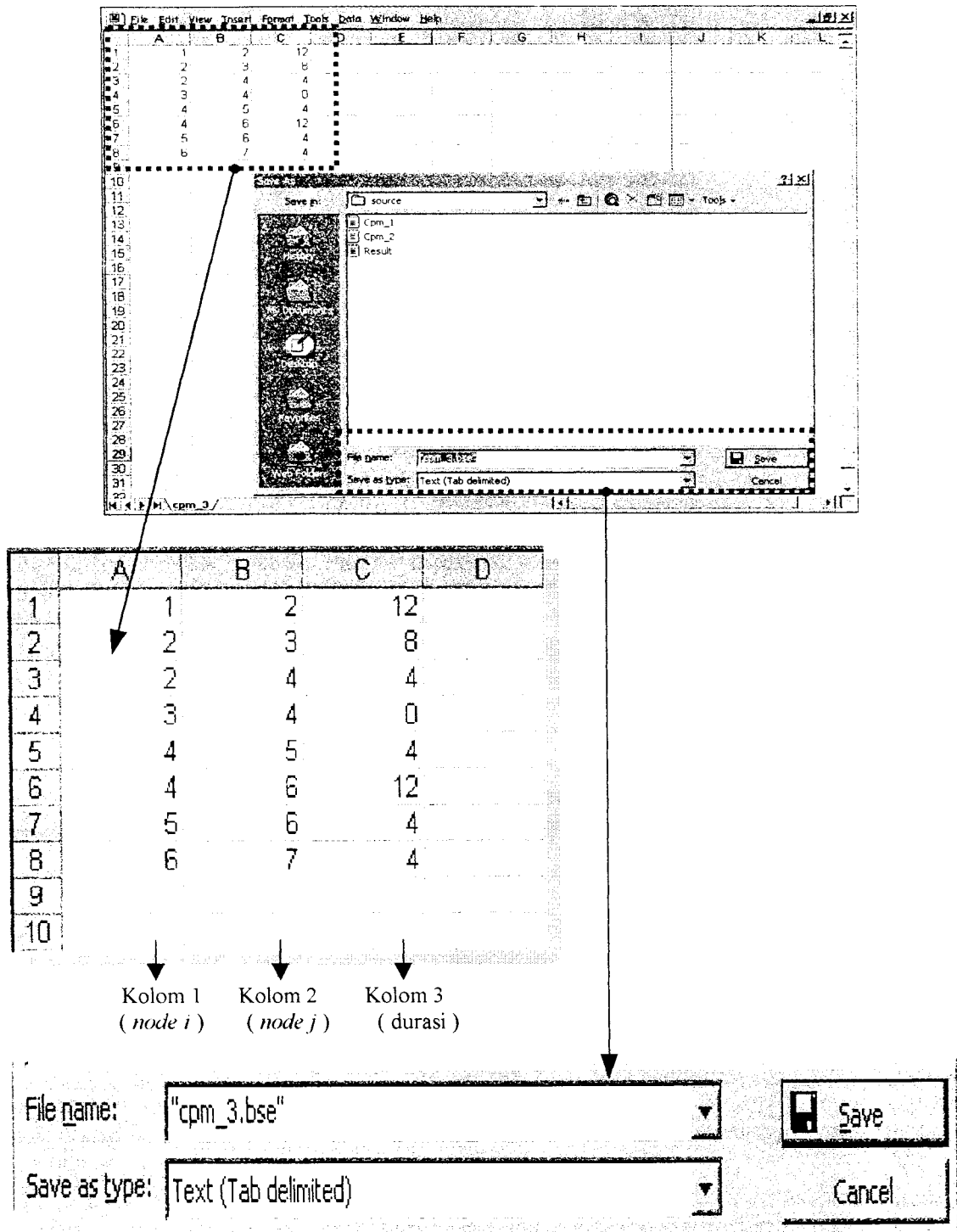
Annealing



Catatan :

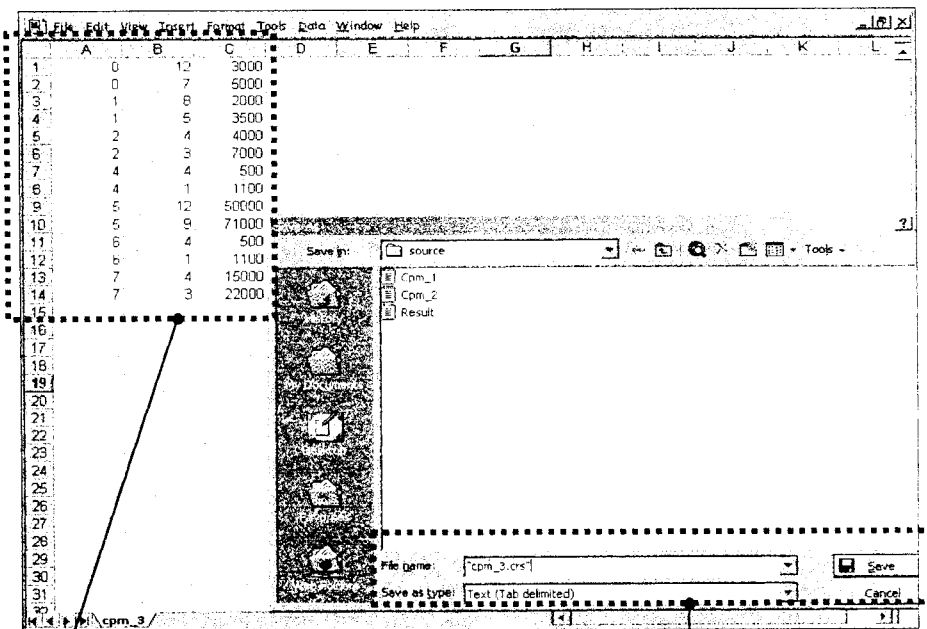
- i. Berkas data dapat ditulis dengan aplikasi *spreadsheet* seperti LotusTM atau Microsoft ExcelTM dan disimpan dalam format ("save as type") teks yang dibatasi tabulasi antar kolomnya ("text tab delimited").
- ii. Keseluruhan variabel menggunakan format bilangan pecahan.
- iii. Nama *file* data harus sama.
- iv. Pada berkas pemasukkan data analisis waktu dan biaya akibat pemadatan durasi, dibatasi maksimal terdapat 8 kemungkinan durasi untuk satu kegiatan

Gambar 4.2 Bagan Alir Pemasukkan Data Untuk Proses Optimalisasi
(Sumber : Hadiwidodo, 2001)



keterangan : If you are saving a workbook as a tab-delimited or comma-delimited text file for use on another operating system, select the appropriate converter to ensure that tab characters, line breaks, and other characters are interpreted correctly. Saves only the active sheet. (sumber : MS. Excel 2000)

Gambar 4.3 Formulasi Berkas Data Diagram Jaringan CPM
Kedalam Worksheet MS. Excel



	A	B	C	
1		0	12	3000
2		0	7	5000
3		1	8	2000
4		1	5	3500
5		2	4	4000
6		2	3	7000
7		4	4	500
8		4	1	1100
9		5	12	50000
10		5	9	71000
11		6	4	500
12		6	1	1100
13		7	4	15000
14		7	3	22000

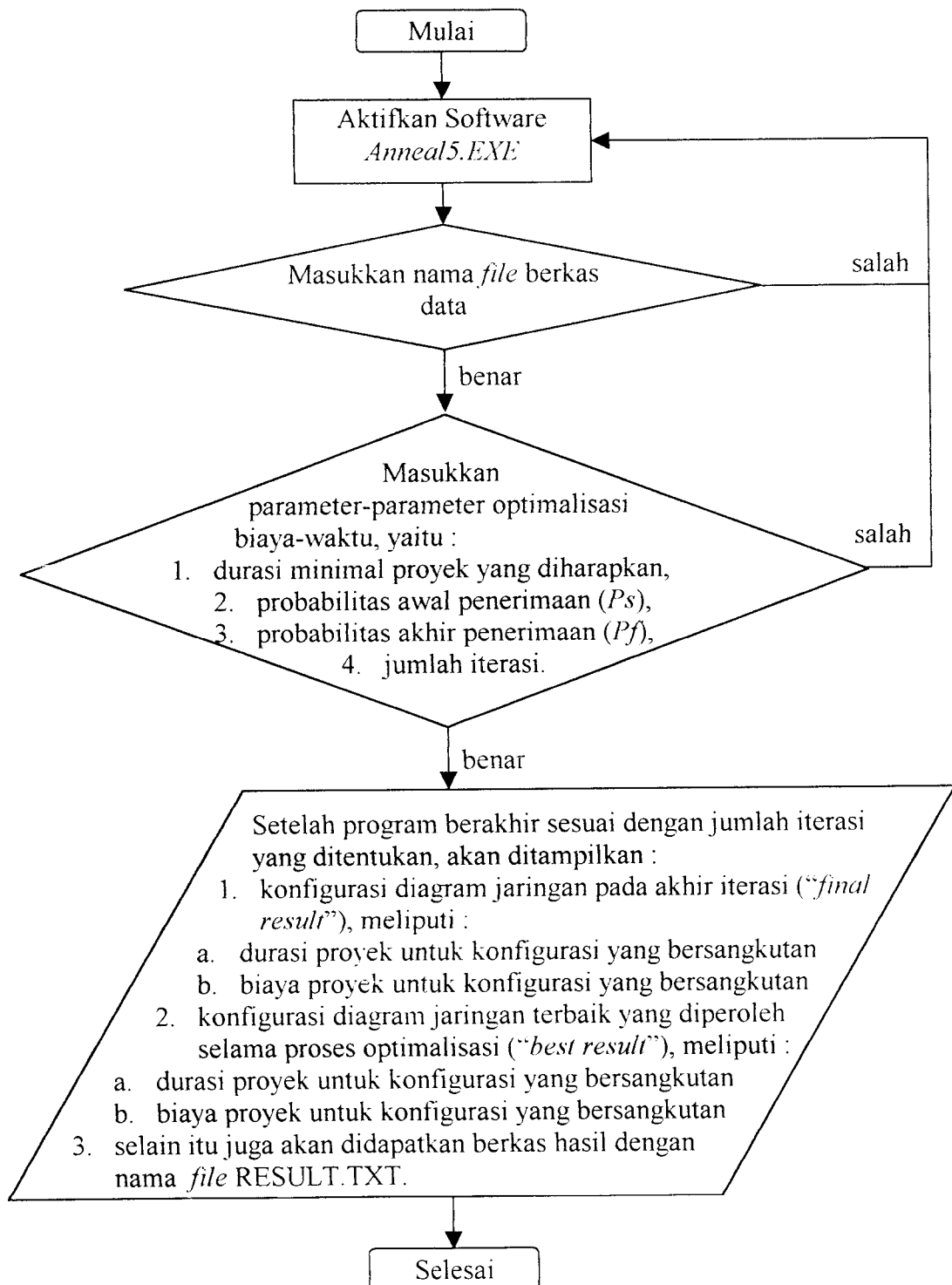
Kolom 1 (nomer kegiatan) Kolom 2 (durasi kegiatan) Kolom 3 (biaya)

File name: "cpm_3.crs" Save

Save as type: Text (Tab delimited) Cancel

Gambar 4.4 Formulasi Berkas Data Analisis Waktu dan Biaya Akibat Pemadatan Durasi Kedalam *Worksheet MS. Excel*

Catatan: anmeali optimal kemudi



Catatan : berdasarkan pengalaman peneliti sebelumnya, proses optimalisasi dengan *simulated annealing* ini dilakukan sebanyak 5 kali eksekusi program, dengan parameter dan permasalahan optimalisasi yang identik. Dan hasil akhir yang diperoleh dikumpulkan dan dibandingkan untuk kemudian diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir.

Gambar 4.5 Bagan Alir Proses Optimalisasi Dengan *Simulated Annealing*
(Sumber : Hadiwidodo, 2001)

BAB V

ANALISIS DAN HASIL

5.1 Umum

Dalam pelaksanaan optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek ini, digunakan data-data sekunder dari proyek penggantian jembatan Karanggayam yang berupa jenis-jenis kegiatan, harga satuan dasar (upah tenaga kerja, bahan dan harga sewa peralatan) dan volume dari masing-masing kegiatan. Dalam proses analisa data tersebut, dilakukan beberapa penyesuaian karena dalam proyek terdapat beberapa perubahan, yaitu penambahan dan pengurangan jenis dan volume kegiatan sesuai dengan data yang terdapat dalam dokumen addendum kontrak. Sedangkan data untuk analisa perhitungan kapasitas produksi, harga satuan pekerjaan, durasi dan biaya dari tiap kegiatan dilakukan perhitungan ulang. Hal ini dilakukan karena terdapat kesalahan perhitungan matematis dalam perhitungan data-data tersebut dalam dokumen penawaran proyek.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan penyusunan ulang kegiatan-kegiatan dalam proyek pada diagram jaringan kerja *critical path method* (CPM), sesuai dengan kaidah dasar yang berlaku dan logika ketergantungan. Pada penyusunan kegiatan-kegiatan kedalam diagram jaringan ini tidak sepenuhnya hanya didasarkan pada urutan kegiatan yang terdapat dalam *time schedule*, tetapi juga mempertimbangkan urutan pelaksanaan kegiatan di lapangan. Kemudian dilakukan analisa metode konstruksi untuk mengetahui kapasitas produksi, koefisien alat dan

tenaga kerja dari masing-masing kegiatan. Dari hasil analisa tersebut, kemudian dilakukan perhitungan harga satuan pekerjaan, durasi dan biaya dari masing-masing kegiatan. Selanjutnya dilakukan analisa percepatan durasi dengan 5 metode pemadatan durasi dan optimalisasi durasi dan biaya akibat percepatan tersebut dengan metode *simulated annealing*.

5.1.1 Tinjauan Umum Proyek

Proyek penggantian jembatan Karanggayam sepanjang 31 m' yang terletak di Kabupaten Bantul ini merupakan salah satu dari tiga proyek penggantian jembatan propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta di Kabupaten Sleman dan Bantul. Tujuan dari pengadaan proyek penggantian jembatan Karanggayam ini adalah untuk mengantisipasi peningkatan lalu-lintas kendaraan di jalur Sampakan-Imogiri. Berikut ini data-data umum proyek yang akan digunakan, berupa data umum proyek, daftar jenis dan volume pekerjaan :

1. Data Umum

- a. Nama Proyek : Proyek Penggantian Jembatan Propinsi di Kabupaten Bantul Dan Sleman
- b. Deskripsi Proyek : Proyek Penggantian Jembatan Karanggayam
- c. Lokasi Proyek : Jalan Wonosari Km. 12, Bantul, Yogyakarta
- d. Pemilik Proyek : Pemda Propinsi DIY
- e. Kontraktor Proyek : CV. Madu Laut
- f. Konsultan Perencana/Pengawas : PT. Tatareka Paradya
- g. Tanggal Mulai Proyek : 1 Oktober 2002
- h. Hari Kerja : Senin s/d Sabtu

2. Daftar Jenis dan Volume Pekerjaan

Adapun jenis dan volume pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah :

Tabel 5.1 Daftar Jenis dan Volue Pekerjaan Proyek

No.	Uraian	Unit	Volume
1	Mobilisasi	Ls	1,000
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m2	759,235
3	Galian biasa	m3	184,500
4	Galian batu	m3	202,500
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503,550
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180,000
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304,100
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902,960
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67,410
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1,000
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211,560
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313,970
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1919,520
14	Lapis resap pengikat	Liter	1057,800
15	Aspal beton	m2	2399,400
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52,890
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78,570
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361,050
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21,770
20	Beton K-125	m3	13,879
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1752,554
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53830,234
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2807,349
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84,820
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5,000
26	Diafragma beton K-350	m3	5,820
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97,000
28	Pasangan batu kali	m3	1703,149
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54,720
30	Marka jalan	m2	20,995
31	Patok penuntun	bh	22,000
32	Rambu jalan tunggal	bh	3,000
33	Expantion joint type A	bh	14,000

5.1.2 Diagram Jaringan *Critical Path Method* (CPM)

Sebelum menyusun kegiatan-kegiatan proyek ke dalam diagram jaringan CPM, terlebih dahulu dilakukan penentuan *predecessor* (kegiatan-kegiatan yang mendahului) dan *successor* (kegiatan-kegiatan yang didahului) dari setiap kegiatan yang sedang ditinjau. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini :

Tabel 5.2 Daftar *Predecessor* Kegiatan-Kegiatan Proyek Jembatan Karanggayam

No.	Uraian Pekerjaan (Kegiatan)	<i>Predecessor</i>	<i>Successor</i>
1	Mobilisasi	-	2,10,5,3
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	1	9,21,22,28
3	Galian biasa	1	4
4	Galian batu	3	20, 29
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	1	6
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	5	20
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	9	8
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	7	12
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	2	7
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	1	27
11	Lapis pondasi agregat kelas A	12	12
12	Lapis pondasi agregat kelas B	8	14
13	Lapis perekat aspal emulsi	16	15
14	Lapis resap pengikat	11	16
15	Aspal beton	13, 17, 28	33
16	Aspal treated base (ATB)	14	13
17	Beton K-350 pada elevasi	22, 26	15
18	Beton K-225 pada elevasi	27	20
19	Beton K-175 pada elevasi	20	24
20	Beton K-125	4, 6, 18, 21	19
21	Pembesian dengan tulangan polos	2	20
22	Pembesian dengan tulangan ulir	2	17
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	25	32
24	Perletakan elastomerik	19	25
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31 m'	24	26

No.	Uraian Pekerjaan (Kegiatan)	Predecessor	Successor
26	Diafragma beton K-350	25	17
27	Bore Pile diameter 800 mm	10	18
28	Pasangan batu kali	2	15
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	4	31
30	Marka jalan	31, 32	-
31	Patok penuntun	29	30
32	Rambu jalan tunggal	23	30
33	Expantion joint type A	15	-

Setelah *predecessor* kegiatan-kegiatan ditetapkan kemudian kegiatan-kegiatan tersebut disusun kedalam diagram jaringan CPM (Tabel 5.3). Sedangkan gambar diagram jaringan CPM proyek penggantian jembatan Karanggayam dapat dilihat pada Lampiran 1-2. Data diagram jaringan CPM ini berfungsi sebagai fungsi kendala, yaitu berupa konfigurasi yang menentukan durasi dalam permasalahan optimalisasi durasi dan biaya akibat percepatan durasi proyek menggunakan metode *simulated annealing*. Untuk proses identifikasi jalur kritis, dilakukan setelah dilakukannya perhitungan waktu mulai dan akhir dari suatu kegiatan, yaitu dengan cara hitungan maju dan hitungan mundur. Dari hasil hitungan maju akan didapatkan waktu mulai dan akhir kegiatan yang tercepat (ES dan EF). Sedangkan hasil dari hitungan mundur akan didapatkan waktu mulai dan akhir kegiatan paling lambat (LS dan LF). Jalur kritis adalah urutan kegiatan yang memiliki *total float* (TF) sama dengan nol, yaitu $TF = LS - ES = LF - EF = 0$. Dalam penelitian ini perhitungan durasi proyek, waktu mulai dan berakhirnya kegiatan serta identifikasi jalur kritis, dilakukan oleh program *Anneal5* bersamaan dengan proses optimalisasi durasi dan biaya akibat percepatan proyek.

Tabel 5.3 Diagram Jaringan CPM Proyek Jembatan Karanggayam

Nomer Kegiatan	Node		Uraian Pekerjaan (Kegiatan)
	I	J	
0	1	2	Mobilisasi
1	2	3	Pembangkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah
2	3	4	Bore pile dia. 800 mm
3	4	5	Beton K-225 pada elevasi
4	5	6	Beton K-125
5	6	7	Beton K-175 pada elevasi
6	7	8	Perletakan elastomerik
7	8	9	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'
8	9	22	Diafragma beton kelas K-350
9	22	23	Beton K-350 pada elevasi
10	23	24	Aspal beton
11	24	27	Expantion joint type A
12	2	10	Pembersihan dan penyiapan badan jalan
13	10	11	Pembongkaran pasangan batu, bata, beton
14	11	12	Pemadatan tanah dasar timbunan
15	12	13	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih
16	13	14	Lapis pondasi agregat kelas B
17	14	15	Lapis pondasi agregat kelas A
18	15	16	Lapis resap pengikat
19	16	17	Asphalt Treated Base (ATB)
20	17	23	Lapis perekat aspal emulsi
21	10	5	Pembesian dengan tulangan polos
22	10	22	Pembesian dengan tulangan ulir
23	10	23	Pasangan batu kali
24	2	18	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m
25	18	5	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m
26	2	19	Galian biasa
27	19	20	Galian batu
28	20	5	Dummy (Galian batu -----> Beton K-125)
29	20	21	Pasangan batu pada perkerasan saluran air
30	21	26	Patok penuntun
31	9	25	Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²
32	25	26	Rambu jalan tunggal
33	26	27	Marka jalan

5.2 Waktu dan Upah Tenaga Kerja Pada Jam Kerja Normal, Lembur, dan Giliran Kerja Malam

Waktu dan upah tenaga kerja pada jam kerja normal dan pada jam kerja lembur pada penelitian kali ini ditetapkan berdasarkan data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana serta berdasarkan SK Menteri Tenaga Kerja RI No. Kep-72/MEN/1984, tentang jam kerja dan upah lembur.

5.2.1 Waktu dan Upah Normal (“*Day Shift*”)

Pada pelaksanaan proyek pembangunan Jembatan Karanggayam ini waktu kerja normal ditetapkan, yaitu dari pukul 08:00 s/d 16:00 dengan rincian sebagai berikut :

- a. Jumlah jam kerja di lapangan = 8 jam (08:00 s/d 16:00)
- b. Waktu istirahat = 1 jam (12:00 s/d 13:00)
- c. Jam kerja efektif = 7 jam

Upah tenaga kerja per-jam pada waktu kerja normal ditetapkan berdasarkan pada data upah tenaga kerja yang terdapat dalam harga satuan dasar proyek jembatan Karanggayam, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Mandor = Rp. 2.500,- /jam
- b. Tukang = Rp. 2.000,- /jam
- c. Tenaga = Rp. 1.850,- /jam

5.2.2 Waktu dan Upah Lembur (“*Overtime*”)

Dalam penelitian kali ini waktu dan upah lembur ditetapkan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan kesepakatan antara pelaksana proyek dengan pekerja ditetapkan waktu lembur adalah dari pukul 16:00 s/d 21:00, waktu lembur tersebut dibagi menjadi 2 macam waktu lembur sebagai berikut :
 - a. Waktu lembur Jam I = 16:00 s/d 18:00
 - b. Waktu lembur Jam II = 19:00 s/d 21:00
- 2) Berdasarkan SK Menaker ' 84, upah per-jam lembur ditetapkan sebagai berikut :
 - a. Untuk waktu lembur pada Jam I, ditetapkan upah per-jam lembur sebesar = 1,5 x Upah per-jam normal.
 - b. Untuk waktu lembur pada Jam II, ditetapkan upah per-jam lembur sebesar = 2 x Upah per-jam normal.

5.2.3 Waktu dan Upah Giliran Kerja Malam (“*Night Shift*”)

Dalam penelitian kali ini waktu dan upah giliran kerja malam ditetapkan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan kesepakatan antara pelaksana proyek dengan pekerja dan SK Menaker ' 84 ditetapkan waktu giliran kerja malam tidak lebih dari 6 jam sehari, yaitu dari pukul 19:00 s/d 01:00.
- 2) Berdasarkan SK Menaker ' 84, upah giliran kerja malam ditetapkan sebagai berikut :
 - a. Untuk perhitungan upah giliran kerja malam sama dengan upah lembur pada waktu lembur jam I.
 - b. Upah perjam giliran kerja malam ditetapkan sebesar = 1,5 x Upah perjam normal.

Perbandingan upah tenaga kerja pada jam kerja normal, giliran kerja malam, lembur jam I dan lembur jam II seperti ditunjukkan pada Tabel 5.4 berikut :

Tabel 5.4 Perbandingan Upah Tenaga Kerja Pada Jam Kerja Normal, Giliran Kerja Malam dan Lembur

Jenis Tenaga Kerja	Satuan	Upah / Jam <i>Day Shift</i> (Rp.)	Upah / Jam <i>Night Shift</i> (Rp.)	Upah / Jam <i>Overtime</i> (Rp.)	
				Jam I	Jam II
Mandor	Jam	2,500.00	3,750.00	3,750.00	5,000.00
Tukang	Jam	2,000.00	3,000.00	3,000.00	4,000.00
Tenaga	Jam	1,850.00	2,775.00	2,775.00	3,700.00

5.3 Perhitungan Kapasitas Produksi, Durasi dan Biaya Normal Kegiatan

5.3.1 Perhitungan Kapasitas Produksi Kegiatan

Perhitungan kapasitas produksi dari tiap-tiap kegiatan dalam proyek jembatan ini didasarkan pada data metode konstruksi yang meliputi : metode pelaksanaan kegiatan dan peralatan-peralatan yang digunakan. Kapasitas produksi suatu kegiatan ditentukan berdasarkan *site output* peralatan atau tenaga kerja, tergantung pada metode konstruksi dari tiap-tiap kegiatan. Sebagai contoh adalah pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih berikut ini :

1) Metode konstruksi pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih

Pada pekerjaan ini mencakup pengambilan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan material timbunan. Penyediaan material timbunan dilakukan dengan penggalian di *quarry* dengan *Excavator*, kemudian material timbunan diangkut ke lokasi pekerjaan menggunakan *Dump Truck*. Pada lokasi pekerjaan, material timbunan dihamparkan dengan *Motor Grader*, kemudian dipadatkan dengan

Pedestrian Roller dan *Pneumatic Tire Roller* serta *Water Tank Truck* untuk mengontrol kadar air optimum dari material timbunan.

2) Perhitungan *site output* (kapasitas produksi) dari masing-masing alat

Berdasarkan metode konstruksi di atas, kemudian dilakukan analisis *site output* dari masing-masing alat yang digunakan dalam pekerjaan timbunan tersebut. Perhitungan *site output* dari masing-masing alat dapat dilihat pada Lampiran 2-1. Hasil dari analisis perhitungan *site output* dari masing-masing alat adalah sebagai berikut :

a. <i>Excavator</i>	= 53,8775 m ³ /jam	≈ 53,88 m ³ /jam
b. <i>Dump Truck</i>	= 7,5093 m ³ /jam	≈ 7,51 m ³ /jam
c. <i>Motor Grader</i>	= 166,6667 m ³ /jam	≈ 166,67 m ³ /jam
d. <i>Pedestrian Roller</i>	= 54 m ³ /jam	
e. <i>Pneumatic Tire Roller</i>	= 157,5 m ³ /jam	
f. <i>Water Tank Truck</i>	= 186,6667 m ³ /jam	≈ 186,67 m ³ /jam

, untuk perhitungan digunakan *site output* alat yang terkecil, yaitu excavator dengan *site output* 53,88 m³/jam sebagai kapasitas produksi pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih. Sebelum kita menentukan *site output* suatu alat atau *site output* tenaga kerja sebagai kapasitas produksi pekerjaan tertentu, pertama-tama kita perlu mempertimbangkan :

1) jumlah peralatan atau tenaga kerja yang dimiliki oleh kontraktor pelaksana dan dapat dipergunakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut,

- 2) kondisi dari lokasi proyek (luas tempat kerja di lokasi proyek), apakah dimungkinkan untuk menggunakan peralatan (alat berat) atau tenaga kerja dalam jumlah yang besar.

Apabila ternyata kemampuan kontraktor tidak mencukupi dalam memenuhi kebutuhan alat dan tenaga kerja, maka terdapat dua alternatif yaitu dengan mengusahakan penambahan peralatan dan tenaga kerja atau meminta perpanjangan waktu dengan segala konsekuensinya. Analisis perhitungan kapasitas produksi dari kegiatan proyek yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2-1 dan kesimpulan dari analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.5.

5.3.2 Perhitungan Durasi Normal Kegiatan

Pada penjelasan sebelumnya telah ditetapkan bahwa pelaksanaan proyek pembangunan jembatan Karanggayam ini pada waktu kerja normal (“*Day Shift*”) adalah dari pukul 08:00 s/d 16:00 dengan jam kerja per-hari sebesar 7 jam/hari. Maka durasi normal dari tiap kegiatan dapat diperoleh dengan membagi volume kegiatan dengan kapasitas produksi kegiatan tersebut dalam satu hari.

$$\text{Durasi Normal (hari)} = \frac{\text{Volume Kegiatan (unit)}}{\text{Jam Kerja } \textit{day shift} \text{ (jam/hari)} \times \text{Kapasitas Produksi (unit/jam)}}$$

Sebagai contoh adalah perhitungan durasi normal dari pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih berikut ini :

- Volume pekerjaan = 902.96 m³
- Jam kerja “*day shift*” = 7 jam/hari
- Kapasitas produksi = 53,88 m³/jam
- Durasi normal = $\frac{902,96 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 53,88 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,39 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$

Dari perhitungan didapatkan durasi normal dari pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih adalah sebesar 2,39 hari. Karena dalam pelaksanaan di lapangan durasi dari tiap kegiatan dalam proyek harus bernilai bulat (“*integer*”), maka durasi normal dari pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih dibulatkan menjadi 3 hari. Pada penelitian kali ini durasi normal dari kegiatan yang tidak dapat dilakukan perhitungan dikarenakan tidak adanya data analisis kapasitas produksi, durasi normal ditetapkan berdasarkan durasi normal yang terdapat pada *time schedule* proyek. Hasil selengkapnya untuk perhitungan durasi normal dari kegiatan-kegiatan proyek yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.5.

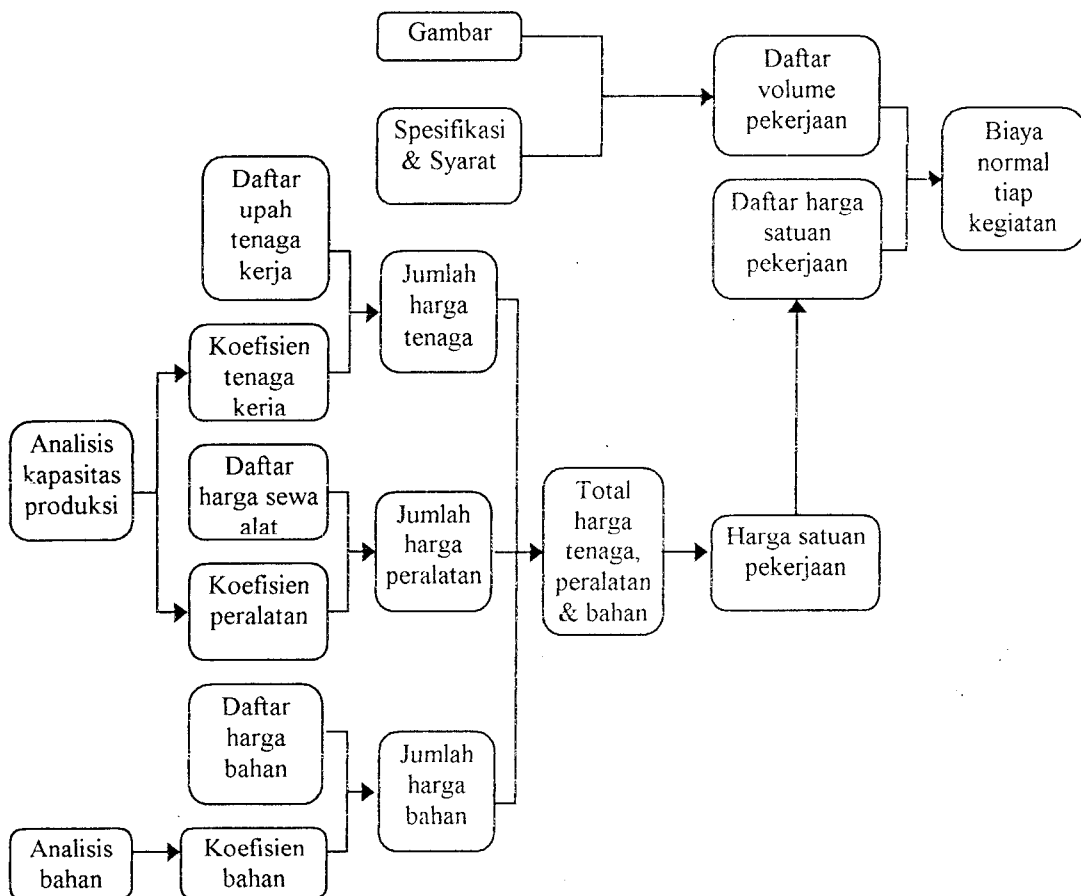
Tabel 5.5 Tabulasi Kapasitas Produksi dan Perhitungan Durasi normal Kegiatan

No.	Uraian	Unit	Volume	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Dibulatkan (hari)
1	Mobilisasi	Ls	1.000	0.00	6.00*	6.00
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	53.48	2.03	3.00
3	Galian biasa	m ³	184.500	21.51	1.23	2.00
4	Galian batu	m ³	202.500	15.00	1.93	2.00
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	15.30	4.70	5.00
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	12.24	2.10	3.00
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	75.60	0.57	1.00
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	53.88	2.39	3.00
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	6.00	1.61	2.00
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	0.00	6.00*	6.00
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	60.48	0.50	1.00
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	75.60	0.59	1.00
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	195.00	1.41	2.00
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	195.00	0.77	1.00
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	347.83	0.99	1.00
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	13.91	0.54	1.00
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	3.20	3.51	4.00
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	3.20	16.12	17.00
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	3.20	0.97	1.00
20	Beton K-125	m ³	13.879	3.20	0.62	1.00
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	100.00	2.50	3.00
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	120.00	64.08	65.00
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Ig. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	0.00	18.00*	18.00
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	0.00	8.00*	8.00
25	Gelagar beton precast standar Bina Marga (kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	0.02	30.00	30.00
26	Diafragma beton K-350	m ³	5.820	0.06	15.00	15.00
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	2.38	5.82	6.00
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	8.71	27.94	28.00
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	9.14	0.86	1.00
30	Marka jalan	m ²	20.995	13.33	0.22	1.00
31	Patok penuntur	bh	22.000	15.24	0.21	1.00
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	11.75	0.04	1.00
33	Expansion joint type A	bh	14.000	0.00	8.00*	8.00

* durasi kegiatan ditetapkan berdasarkan durasi kegiatan dalam time schedule

5.3.3 Perhitungan Biaya Normal Kegiatan

Sebelum dilakukan perhitungan biaya normal dari tiap kegiatan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk menentukan harga satuan pekerjaan tiap-tiap kegiatan proyek berdasarkan data upah tenaga kerja, harga sewa peralatan, harga material dan analisis koefisien yang meliputi : koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan per-satuan unit pekerjaannya. Proses perhitungan biaya normal kegiatan dapat dilihat pada bagan alir berikut ini :



Gambar 5.1 Diagram Alir Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Normal Kegiatan

(Sumber : Diktat Manajemen Konstruksi, Tadjudin dan Modifikasi Penyusun)

5.3.3.1 Koefisien Peralatan dan Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja dan peralatan dalam penelitian ini adalah jumlah waktu (jam) dan jumlah tenaga kerja dan peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan. Sedangkan koefisien bahan adalah jumlah/volume dari masing-masing material/bahan yang dibutuhkan dalam satu unit pekerjaan. Perhitungan koefisien tenaga kerja dan peralatan dilakukan berdasarkan hasil analisis perhitungan kapasitas produksi kegiatan. Sedangkan koefisien bahan atau material ditetapkan berdasarkan koefisien bahan yang terdapat dalam analisis dalam dokumen penawaran. Sebagai contoh adalah perhitungan koefisien tenaga kerja dan peralatan pada pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih berikut ini :

Berdasarkan metode konstruksi dan hasil analisis perhitungan kapasitas produksi pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih diambil berdasarkan *site output Excavator*, yaitu sebesar 53,88 m³/jam. Kapasitas produksi ini akan menentukan jumlah dan koefisien dari peralatan yang lain dan koefisien tenaga kerja pada pekerjaan tersebut.

1) Jumlah peralatan

Jumlah peralatan (alat berat) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan ini adalah hasil bagi antara kapasitas produksi pekerjaan dengan kapasitas produksi masing-masing peralatan.

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Kap. Produksi Kegiatan (unit/jam)}}{\text{Kap. Produksi Alat (unit/jam)}}$$

a. <i>Excavator</i>	$= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}$	$= 1,0000 \approx 1 \text{ unit}$
b. <i>Dump Truck</i>	$= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{7,51 \text{ m}^3/\text{jam}}$	$= 7,1747 \approx 7 \text{ unit}$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Motor Grader} &= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{166,67 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,3233 \approx 1 \text{ unit} \\
 \text{d. Pedestrian Roller} &= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{54,00 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,9977 \approx 1 \text{ unit} \\
 \text{e. Pneumatic Tire Roller} &= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{157,50 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,3421 \approx 1 \text{ unit} \\
 \text{f. Water Tank Truck} &= \frac{53,88 \text{ m}^3/\text{jam}}{186,67 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,2886 \approx 1 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

2) Koefisien peralatan

Koefisien peralatan adalah hasil bagi antara 1 (satu) unit pekerjaan dengan kapasitas produksi dari masing-masing peralatan atau dapat juga didapatkan dari hasil bagi antara jumlah alat dari masing-masing jenis peralatan dengan kapasitas produksi kegiatan.

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Peralatan (jam)} &= \frac{1 \text{ (satu) Unit Pekerjaan (unit)}}{\text{Kap. Produksi Alat (unit/jam)}} \\
 &= \frac{\text{Jumlah Alat}}{\text{Kap. Produksi Kegiatan (unit/jam)}}
 \end{aligned}$$

Koefisien masing-masing alat :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Excavator} &= 1 / 53,88 = 0,0186 \text{ jam} \\
 \text{b. Dump Truck} &= 7 / 53,88 = 0,1299 \text{ jam} \\
 \text{c. Motor Grader} &= 1 / 53,88 = 0,0186 \text{ jam} \\
 \text{d. Pedestrian Roller} &= 1 / 53,88 = 0,0186 \text{ jam} \\
 \text{e. Pneumatic Tire Roller} &= 1 / 53,88 = 0,0186 \text{ jam} \\
 \text{f. Water Tank Truck} &= 1 / 53,88 = 0,0186 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) Koefisien tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja adalah hasil bagi antara jumlah tenaga kerja mandor, tukang dan pekerja dengan kapasitas produksi kegiatan. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan ini berdasarkan data yang terdapat dalam metode konstruksi proyek.

Untuk mengoperasikan satu set peralatan di atas diperlukan :

- Mandor = 2 orang
- Tukang = 0 orang
- Pekerja = 8 orang

Maka koefisien masing-masing tenaga kerja adalah :

- Koefisien Mandor = $2 / 53,88 = 0,0371$ jam
- Koefisien Tukang = $0 / 53,88 = 0$ jam
- Koefisien Pekerja = $8 / 53,88 = 0,1485$ jam

Hasil selengkapnya untuk perhitungan koefisien peralatan dan tenaga kerja dari kegiatan-kegiatan proyek yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2-1 dan 2-2.

5.3.3.2 Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Kegiatan Pada Keadaan Normal

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah dari upah tenaga kerja, harga bahan dan harga sewa peralatan berdasarkan hasil perhitungan analisis koefisien. Harga satuan ini merupakan harga per satuan unit kegiatan. Pada perhitungan harga satuan pekerjaan ini koefisien sama dengan kuantitas normal (K_n) adalah kuantitas tenaga kerja dan alat dalam keadaan produktivitas normal. Sebagai contoh adalah perhitungan harga satuan pekerjaan pada kegiatan timbunan dengan bahan-bahan terpilih berikut ini. Untuk harga bahan dan harga sewa peralatan dapat dilihat pada

Lampiran 1-1 sedangkan upah tenaga kerja pada jam kerja normal (“*day shift*”) dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan

Jenis Pekerjaan : Timbunan dengan bahan-bahan terpilih

Satuan Pekerjaan : m³

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas Normal (Kn)	Day Shift	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja				
1	Mandor	jam	0.0371	2,500.00	92.80
2	Tukang	jam	0.0000	2,000.00	0.00
3	Pekerja	jam	0.1485	1,850.00	274.70
B	Material				
1	Material Pilihan	m3	1.2000	15,000.00	18,000.00
2					
C	Peralatan				
1	Excavator	jam	0.0186	106,885.27	1,983.86
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	0.1299	39,915.84	5,186.04
3	Motor Grader	jam	0.0186	88,392.12	1,640.61
4	Pedestrian Roller	jam	0.0186	15,076.19	279.82
5	Pneumatic Roller	jam	0.0186	50,557.09	938.37
6	Water Tanker	jam	0.0186	43,556.14	808.43
7	Alat Bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				29,704.63

Pada penelitian kali ini harga satuan pekerjaan dari kegiatan yang tidak dapat dilakukan perhitungan dikarenakan tidak adanya data analisis, harga satuan pekerjaan ditetapkan berdasarkan harga satuan pekerjaan yang terdapat pada dokumen penawaran proyek.

Biaya normal kegiatan adalah perkalian volume kegiatan dengan harga satuan pekerjaan dari kegiatan yang bersangkutan. Sedangkan biaya total proyek adalah jumlah total biaya normal dari kegiatan-kegiatan dalam proyek.

$$\text{Biaya Normal Kegiatan} = \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Sebagai contoh adalah perhitungan biaya normal pada pekerjaan timbunan dengan bahan-bahan terpilih berikut ini :

- Volume Pekerjaan = 902,96 m³
- Harga Satuan Pekerjaan = Rp. 32.675,09 / m³
- Biaya Normal Kegiatan = 902,96 m³ x Rp. 32.675,09 / m³
= Rp. 29.504.298,68

Hasil selengkapnya untuk perhitungan harga satuan pekerjaan dan biaya normal dari kegiatan-kegiatan proyek yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2-3 dan kesimpulan dari analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Tabulasi Volume, Harga Satuan Pekerjaan dan Biaya Normal Kegiatan

No.	Uratan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Biaya (Rp.)
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3,603,050.00	3,603,050.00
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	3,284.67	2,493,833.31
3	Galian biasa	m ³	184.500	9,639.19	1,778,431.17
4	Galian batu	m ³	202.500	29,002.19	5,872,942.67
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13,351.99	6,723,394.89
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16,564.99	2,981,697.90
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3,505.61	1,066,057.34
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29,704.63	26,822,089.66
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20,505.28	1,382,260.92
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19,462,960.00	19,462,960.00
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63,704.24	13,477,268.96
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58,546.01	18,381,692.15
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1,919.520	2,793.88	5,362,901.84
14	Lapis resap pengikat	Liter	1,057.800	2,393.68	2,532,031.02
15	Aspal beton	m ²	2,399.400	21,408.85	51,368,404.13
16	Aspal treated base (ATR)	m ³	52.890	516,899.05	27,338,790.92
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400,714.61	31,484,147.02
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352,718.51	127,349,018.55
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181,818.18	3,958,181.81
20	Beton K-125	m ³	13.879	181,818.18	2,523,454.54
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3,481.50	6,101,516.75
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53,830.234	3,689.58	198,611,134.20
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2,807.349	7,500.00	21,055,117.50
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	150,000.00	12,723,000.00
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75,235,047.16	376,175,235.82
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	490,714.61	2,332,159.04
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449,048.27	43,557,682.02
28	Pasangan batu kali	m ³	1,703.149	139,760.14	238,032,343.15
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139,000.13	7,606,087.31
30	Marka jalan	m ²	20.995	45,000.00	944,775.00
31	Patok penuntun	bl.	22.000	50,000.00	1,100,000.00
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150,000.00	450,000.00
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800,000.00	11,200,000.00

5.4 Percepatan Durasi Proyek

Percepatan durasi proyek pada penelitian kali ini ini dilakukan dengan 5 macam metode pemadatan durasi kegiatan, yaitu :

- 1) pemadatan durasi dengan kerja lembur (“*overtime*”),
- 2) pemadatan durasi dengan giliran kerja (“*night shift*”),
- 3) pemadatan durasi dengan penambahan tenaga kerja,
- 4) pemadatan durasi dengan penggantian dan penambahan alat.
- 5) pemadatan durasi dengan kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam

Pada pemecahan permasalahan optimalisasi waktu dan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek dengan metode *simulated annealing* ini, seluruh durasi kegiatan didalam proyek diasumsikan dapat dilakukan percepatan dan mempunyai peluang yang sama untuk menghasilkan percepatan durasi dan biaya proyek yang optimal. Untuk itu sebelum dilakukan percepatan durasi kegiatan-kegiatan dalam proyek, terlebih dahulu dilakukan identifikasi kegiatan-kegiatan mana saja yang durasinya dapat dilakukan percepatan. Dalam penelitian ini diasumsikan durasi kegiatan yang dapat dipercepat harus memenuhi syarat-syarat, yaitu :

- 1) Durasi normal kegiatan harus lebih besar dari 1 (satu) hari
- 2) Kegiatan tersebut memiliki data-data yang diperlukan untuk melakukan percepatan durasi. Data-data tersebut adalah : volume pekerjaan, analisis kapasitas produksi dan analisis harga satuan pekerjaan.
- 3) Untuk kegiatan yang tidak memiliki data analisis harga satuan pekerjaan, tidak dapat dilakukan percepatan durasi. Sedangkan kegiatan yang memiliki data

analisis harga satuan pekerjaan tetapi tidak memiliki data analisis kapasitas produksi, kegiatan tersebut masih dapat dilakukan percepatan durasi.

Pada Lampiran 2-4, dapat dilihat kegiatan-kegiatan mana saja yang memenuhi syarat-syarat di atas dan dapat dilakukan percepatan durasi.

Dalam pelaksanaan percepatan ini untuk mengetahui apakah percepatan durasi dengan 5 metode pemadatan tersebut pada suatu kegiatan dapat mempercepat durasi dari kegiatan tersebut, dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan durasi percepatan (“*crash*”) kegiatan dengan hasil perhitungan durasi sebelumnya. Di bawah ini terdapat aturan dalam proses percepatan durasi kegiatan, yaitu :

- 1) jika durasi *crash* kegiatan tersebut $<$ perhitungan durasi kegiatan sebelumnya, maka durasi kegiatan dipercepat,
- 2) jika durasi *crash* kegiatan tersebut \geq perhitungan durasi kegiatan sebelumnya, maka durasi kegiatan tidak dipercepat atau tetap.
- 3) jika percepatan menghasilkan durasi yang sama dengan durasi sebelumnya tetapi menghasilkan biaya percepatan yang lebih rendah, maka durasi kegiatan dipercepat menggunakan perhitungan durasi dengan biaya yang terendah.

Tujuan dilakukannya penyeleksian ini adalah untuk mendapatkan metode pemadatan durasi yang dapat menyebabkan durasi dari suatu kegiatan lebih singkat dari durasi normal kegiatan tersebut.

5.4.1 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Kerja Lembur (“*Overtime*”)

5.4.1.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan Akibat Kerja Lembur

Maksud dari penambahan waktu kerja ini bertujuan untuk meningkatkan keluaran pekerjaan atau kapasitas produksi kegiatan per-jamnya. Penambahan waktu kerja per-hari tersebut akan mengakibatkan adanya lembur (“*overtime*”), yaitu penambahan jam kerja setelah jam kerja normal per-hari. Penambahan jam kerja ini menyebabkan durasi kegiatan menjadi lebih singkat dari durasi normal karena meningkatnya kapasitas produksi kegiatan per-harinya. Durasi kegiatan yang lebih singkat dari durasi normal ini disebut dengan durasi *crash* (D_c).

$$D_c = \frac{\text{Volume Pekerjaan (unit)}}{(\text{JN} \times \text{Kp}) + (\text{JOT-I} \times \text{Kp} \times \text{F}) + (\text{JOT-2} \times \text{Kp} \times \text{F}) \text{ (unit/hari)}}$$

Keterangan :

JN : jumlah jam kerja normal (“*day shift*”) (jam/hari)

JOT : jumlah jam kerja lembur (“*overtime*”) (jam/hari)

Kp : kapasitas produksi (unit/jam)

F : faktor penurunan kapasitas produksi pada jam kerja lembur

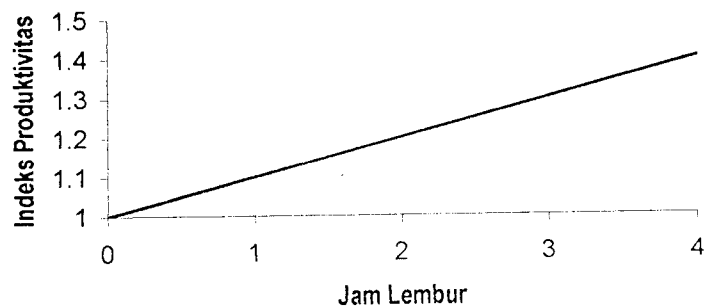
Pada penelitian ini, percepatan durasi dilakukan dengan menambahkan waktu lembur secara bertahap (1jam, 2jam, 3jam dan 4jam).

Percepatan durasi proyek dengan kerja lembur ini juga akan mengakibatkan menurunnya produktivitas tenaga kerja dan peralatan pada jam kerja lembur. Akibat dari menurunnya produktivitas ini, maka kapasitas produksi kegiatan dalam proyek (unit/jam-nya) akan menurun. Sehingga koefisien tenaga kerja dan peralatan dalam hal ini jumlah waktu (jam) yang dibutuhkan oleh tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan 1 (satu) unit pekerjaan akan menjadi lebih besar. Bertambahnya

waktu ini akan mengakibatkan naiknya upah tenaga kerja dan harga sewa peralatan serta naiknya harga satuan pekerjaan dan biaya dari kegiatan tersebut .

Menurut Iman Suharto (1995), penurunan produktivitas ini sama dengan naiknya indeks produktivitas. Karena indeks produktivitas adalah perbandingan antara jumlah jam-orang (waktu) yang sesungguhnya untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu dengan jumlah jam-orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang sama pada keadaan normal. Sehingga jika jumlah waktu (jam) yang dibutuhkan oleh tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu lebih besar dari jumlah waktu yang dibutuhkan oleh tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan yang sama, maka indeks produktivitasnya akan menjadi lebih besar dari pada indeks produktivitas normal. Pada penelitian ini kenaikan indeks produktivitas ditetapkan berdasarkan grafik kenaikan indeks produktivitas karena kerja lembur milik Iman Suharto dan rinciannya adalah sebagai berikut :

- a. Indek produktivitas pada jam kerja normal = 1
- b. Indek produktivitas pada jam lembur I (1-2 jam lembur) = $(1,1+1,2)/2 = 1,15$
- c. Indek produktivitas pada jam lembur II (3-4 jam lembur) = $(1,3+1,4)/2 = 1,35$



Gambar 5.2 Grafik Indeks Produktivitas *I*'s Kerja Lembur
(Sumber : Iman Suharto, 1995)

Bertambahnya waktu kerja karena naiknya indeks produktivitas ini sama dengan menurunnya kapasitas produksi pada jam kerja lembur sebesar :

$$a. \text{ Jam lembur I} = 100\% - ((1/1,15) \times 100\%) = 13\%$$

$$b. \text{ Jam lembur II} = 100\% - ((1/1,35) \times 100\%) = 26\%$$

Dalam penelitian kali ini indeks produktivitas akan digunakan dalam perhitungan harga satuan pekerjaan karena kerja lembur, yaitu sebagai faktor penambahan waktu dari koefisien (kuantitas normal (K_n)) tenaga kerja dan alat. Sedangkan prosentase penurunan kapasitas produksi pada jam kerja lembur merupakan faktor penurunan kapasitas produksi dalam perhitungan durasi percepatan kegiatan.

Sebagai contoh adalah perhitungan durasi *crash* pada pekerjaan pembesian dengan tulangan ulir berikut ini :

Diketahui :

- Volume pekerjaan = 53.830,234 Kg
- Kapasitas produksi = 120 Kg/jam
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Durasi normal = 65 hari

1) Perhitungan durasi kegiatan untuk 1 jam lembur

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja "*day shift*" + Jam kerja lembur

$$= 7 \text{ jam/hari} + 1 \text{ jam/hari} = 8 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{53.830,234}{(7 \times 120) + (1 \times 120 \times 0,87)} = 57,00 \text{ hari} \approx 57 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 57 hari lebih kecil dari durasi normal 65 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

2) Perhitungan durasi kegiatan untuk 2 jam lembur

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja “*day shift*” + Jam kerja lembur

$$= 7 \text{ jam/hari} + 2 \text{ jam/hari} = 9 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{53.830,234}{(7 \times 120) + (2 \times 120 \times 0,87)} = 51,33 \text{ hari} \approx 52 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 52 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 57 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

3) Perhitungan durasi kegiatan untuk 3 jam lembur

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja “*day shift*” + Jam kerja lembur

$$= 7 \text{ jam/hari} + 3 \text{ jam/hari} = 10 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{53.830,234}{(7 \times 120) + (2 \times 120 \times 0,87) + (1 \times 120 \times 0,74)} = 47,32 \text{ hari} \approx 48 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 48 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 52 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

4) Perhitungan durasi kegiatan untuk 4 jam lembur

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja “*day shift*” + Jam kerja lembur

$$= 7 \text{ jam/hari} + 4 \text{ jam/hari} = 11 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{53.830,234}{(7 \times 120) + (2 \times 120 \times 0,87) + (2 \times 120 \times 0,74)} = 43,89 \text{ hari} \approx 44 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 44 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 48 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

Perhitungan percepatan durasi untuk kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-1 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

5.4.1.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Kerja Lembur

Penggunaan kerja lembur untuk mempercepat durasi kegiatan ini akan mempengaruhi komponen harga satuan bagi tenaga kerja, karena tarif (upah) per-jam lembur yang diterima tenaga kerja lebih besar daripada tarif tenaga kerja pada jam kerja normal. Penambahan waktu kerja per-hari setelah jam kerja normal dan besarnya tarif per-jam kerja lembur dalam penelitian ini telah ditetapkan seperti telah dijelaskan pada Subbab 5.2.2, yaitu tentang waktu dan upah lembur. Pada penelitian ini, harga sewa peralatan diasumsikan tidak mengalami kenaikan harga sewa akibat kerja lembur.

Karena pada jam lembur terjadi penurunan produktivitas, maka sesuai dengan uraian subbab sebelumnya dalam perhitungan harga satuan pekerjaan pada jam lembur ini koefisien tenaga kerja dan alat dikalikan dengan indeks produktivitas pada jam lembur. Sebagai contoh adalah perhitungan harga satuan pekerjaan pada jam kerja lembur dari pekerjaan penulangan dengan tulangan ulir di bawah ini. Harga bahan dan harga sewa peralatan yang digunakan dalam perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1-2 sedangkan upah tenaga kerja pada jam kerja normal, jam kerja lembur I dan jam kerja lembur II dapat dilihat pada Tabel 5.4. Perhitungan harga satuan pekerjaan akibat adanya kerja lembur untuk kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2-3 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan pada jam kerja lembur

Jenis Pekerjaan : Penulangan dengan tulangan ulir

Satuan : Kg

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Kuantitas Overtime =Kn x 1,15	Overtime (Jam I)		Kuantitas Overtime =Kn x 1,35	Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	
A Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0.0083	2,500.00	20.83	0.0096	3,750.00	35.94	0.0113	5,000.00	56.25	
2	Tukang	jam	0.0250	2,000.00	50.00	0.0288	3,000.00	86.25	0.0338	4,000.00	135.00	
3	Pekerja	jam	0.0750	1,850.00	138.75	0.0863	2,775.00	239.34	0.1013	3,700.00	374.63	
B Material												
1	Besi Beton	Kg	1.1000	2,600.00	2,860.00	1.1000	2,600.00	2,860.00	1.1000	2,600.00	2,860.00	
2	Kawat Beton	Kg	0.0200	6,000.00	120.00	0.0200	6,000.00	120.00	0.0200	6,000.00	120.00	
3												
4												
C Peralatan												
1	Alat Bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	
2												
D Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				3,689.58		3,841.53		4,045.88				

Tabel 5.7 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kerja Lembur

No.	Uraian	Unit	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)
1	Mobilisasi	Ls	3,603,050.00	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	3,284.67	3,924.25	4,779.17
3	Galian biasa	m ³	9,639.19	11,274.67	13,459.15
4	Galian batu	m ³	29,002.19	33,657.01	39,868.95
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	13,351.99	15,651.88	18,723.80
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	16,564.99	19,439.85	23,279.75
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	3,505.61	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	29,704.63	31,596.63	34,122.37
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	20,505.28	25,048.99	31,129.63
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	19,462,960.00	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	63,704.24	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	58,546.01	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	2,793.88	3,050.71	3,395.21
14	Lapis resap pengikat	Liter	2,393.68	-	-
15	Aspal beton	m ²	21,408.85	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	516,899.05	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	400,714.61	405,583.86	412,112.00
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	352,718.51	357,587.76	364,115.90
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	181,818.18	-	-
20	Beton K-125	m ³	181,818.18	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	3,481.50	3,663.84	3,909.05
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	3,689.58	3,841.53	4,045.88
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	7,500.00	-	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	150,000.00	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	75,235,047.16	75,278,885.06	75,337,514.30
26	Diaphragma beton K-350	m ³	400,714.61	405,583.86	412,112.00
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	449,048.27	472,278.08	503,480.85
28	Pasangan batu kali	m ³	139,760.14	142,283.36	145,673.49
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	139,000.13	-	-
30	Marka jalan	m ²	45,000.00	-	-
31	Patok penuntun	bh	50,000.00	-	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	150,000.00	-	-
33	Expansion joint type A	bh	800,000.00	-	-

Setelah harga satuan pekerjaan akibat percepatan durasi kegiatan diketahui, kemudian dilakukan perhitungan biaya akibat percepatan durasi kegiatan. Biaya percepatan adalah penjumlahan biaya kegiatan pada jam kerja normal dengan biaya kegiatan pada kerja lembur.

$$\text{Biaya Normal} = JN \times Kp \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Normal}$$

$$\text{Biaya Lembur I} = JOT \text{ I} \times Kp \times F \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Overtime I}$$

$$\text{Biaya Lembur II} = JOT \text{ II} \times Kp \times F \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Overtime II}$$

$$\text{Biaya Percepatan} = \text{Biaya Normal} + \text{Biaya Lembur I} + \text{Biaya Lembur II}$$

Contoh perhitungan biaya percepatan adalah pada perhitungan biaya percepatan akibat adanya kerja lembur pada pekerjaan penulangan dengan tulangan ulir berikut ini :

Diketahui : – Kapasitas produksi = 120 Kg/jam

– Jam kerja normal = 7 jam/hari

– Harga satuan pekerjaan pada jam kerja normal = Rp. 3.689,58 / Kg

– Harga satuan pekerjaan pada jam kerja lembur I = Rp. 3.841,53 / Kg

– Harga satuan pekerjaan pada jam kerja lembur II = Rp. 4.045,88 / Kg

1) Perhitungan biaya percepatan kegiatan untuk 1 jam lembur

– Durasi *crash* = 57 hari

– Biaya normal = 7 jam/hari x 120 Kg/jam x 57 hari x Rp. 3.689,58/Kg
= Rp. 176.657.250,00,-

– Biaya lembur I = 1 jam/hari x 120 Kg/jam x 0,87 x 57 hari x Rp. 3.841,53/Kg
= Rp. 22.860.184,16,-

– Biaya percepatan = Biaya jam kerja normal + Biaya jam kerja lembur I

$$= \text{Rp. } 176.657.250,00 + \text{Rp. } 22.860.184,16$$

$$= \text{Rp. } 199.517.434,16,-$$

2) Perhitungan biaya percepatan kegiatan untuk 3 jam lembur

- Durasi *crash* = 48 hari
- Biaya normal = 7 jam/hari x 120 Kg/jam x 48 hari x Rp. 3.689,58 /Kg
= Rp. 146.764.000,00,-
- Biaya lembur I = 2 jam/hari x 120 Kg/jam x 0,87 x 48 hari x Rp. 3.841,53/Kg
= Rp. 38.501.362,80,-
- Biaya lembur II = 1 jam/hari x 120 Kg/jam x 0,74 x 48 hari x Rp. 4.045,88/Kg
= Rp. 17.245.137,60,-
- Biaya percepatan = Biaya jam kerja (normal + lembur I + lembur II)
= Rp. (148.764.000,00 + 38.501.362,80 + 17.245.137,60)
= Rp. 204.501.500,40,-

Perhitungan biaya percepatan akibat adanya kerja lembur untuk kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-1 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

5.4.2 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Giliran Kerja Malam (“*Night Shift*”)

5.4.2.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan Akibat Giliran Kerja Malam

Mengadakan giliran kerja malam atau *shift* tambahan setelah jam kerja per-hari bagi tenaga kerja *shift* pertama dilampaui (jam kerja normal) dan dikehendaki untuk tetap meneruskan pekerjaan, dapat dilakukan dengan merekrut tenaga kerja untuk *shift* berikutnya. Waktu kerja pada giliran kerja malam per-harinya setelah jam kerja normal dan besarnya tarif per-jam kerja giliran malam dalam penelitian ini telah ditetapkan seperti telah dijelaskan pada Subbab 5.2.3, yaitu tentang waktu dan upah giliran kerja malam. Penambahan waktu kerja per-hari ini menyebabkan durasi kegiatan menjadi lebih singkat dari durasi normal. Karena pada penambahan waktu kerja dengan giliran kerja ini tidak terjadi penurunan produktivitas, maka :

$$D_c = \frac{\text{Volume Pekerjaan (unit)}}{(JN + JNS) \times K_p \text{ (unit/hari)}}$$

Keterangan :

JN : jumlah jam kerja normal (“*day shift*”) (jam/hari)

JNS : jumlah jam kerja giliran kerja malam (“*night shift*”) (jam/hari)

Kp : kapasitas produksi (unit/jam)

Jumlah jam kerja maksimal dalam sehari bagi tenaga kerja (2 *shift*) dan peralatan pada proyek ditentukan sebesar 13 jam. Pada penelitian ini, percepatan durasi dilakukan dengan menambahkan waktu giliran kerja malam secara bertahap (1jam, 2jam, 3jam,..., 6jam). Sebagai contoh adalah perhitungan durasi *crash* pada pekerjaan galian konstruksi 0-2 m berikut ini :

Diketahui : – Volume pekerjaan = 503,55 m³

- Kapasitas produksi = $15,30 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Durasi normal = 5 hari

1) Perhitungan durasi kegiatan untuk 1 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam
 $= 7 \text{ jam/hari} + 1 \text{ jam/hari} = 8 \text{ jam/hari}$
- Durasi *crash* = $\frac{503,55 \text{ m}^3}{8 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 4,11 \text{ hari} \approx 5 \text{ hari}$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 5 hari sama dengan durasi normal 5 hari, maka durasi kegiatan tidak dipercepat.

2) Perhitungan durasi kegiatan untuk 2 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam
 $= 7 \text{ jam/hari} + 2 \text{ jam/hari} = 9 \text{ jam/hari}$
- Durasi *crash* = $\frac{503,55 \text{ m}^3}{9 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 3,66 \text{ hari} \approx 4 \text{ hari}$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 4 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 5 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

3) Perhitungan durasi kegiatan untuk 3 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam
 $= 7 \text{ jam/hari} + 3 \text{ jam/hari} = 10 \text{ jam/hari}$
- Durasi *crash* = $\frac{503,55 \text{ m}^3}{10 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 3,29 \text{ hari} \approx 4 \text{ hari}$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 4 hari sama dengan perhitungan durasi *crash* sebelumnya 4 hari, maka durasi kegiatan tidak dipercepat.

4) Perhitungan durasi kegiatan untuk 4 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam

$$= 7 \text{ jam/hari} + 4 \text{ jam/hari} = 11 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{503,55 \text{ m}^3}{11 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,99 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 3 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 4 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

5) Perhitungan durasi kegiatan untuk 5 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam

$$= 7 \text{ jam/hari} + 5 \text{ jam/hari} = 12 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{503,55 \text{ m}^3}{12 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,74 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 3 hari sama dengan perhitungan durasi *crash* sebelumnya 3 hari, maka durasi kegiatan tidak dipercepat.

6) Perhitungan durasi kegiatan untuk 6 jam giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja normal + Jam kerja *shift* malam

$$= 7 \text{ jam/hari} + 6 \text{ jam/hari} = 13 \text{ jam/hari}$$
- Durasi *crash* =
$$\frac{503,55 \text{ m}^3}{13 \text{ jam/hari} \times 15,3 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,53 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 3 hari sama dengan perhitungan durasi *crash* sebelumnya 3 hari, maka durasi kegiatan tidak dipercepat.

Hasil selengkapnya dari perhitungan percepatan durasi untuk kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-2 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel

5.10.

5.4.2.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Giliran Kerja Malam

Penggunaan giliran kerja malam untuk mempercepat durasi kegiatan ini akan mempengaruhi komponen harga satuan bagi tenaga kerja, karena tarif (upah) per-jam giliran kerja malam yang diterima tenaga kerjas lebih besar daripada tarif tenaga kerja pada jam kerja normal. Pada penelitian ini, harga sewa peralatan diasumsikan tidak mengalami kenaikan harga sewa akibat digunakan pada waktu kerja malam hari. Upah per-jam tenaga kerja pada giliran kerja malam per-harinya setelah jam kerja normal dalam penelitian ini telah ditetapkan seperti telah dijelaskan pada Subbab 5.2.3, yaitu tentang waktu dan upah giliran kerja malam. Produktivitas per-jam bagi tenaga kerja giliran kerja malam diasumsikan sama dengan produktivitas tenaga kerja pada siang hari, karena kelompok ("*group*") tenaga kerja pada giliran kerja malam berbeda dengan kelompok tenaga kerja pada siang hari.

Biaya percepatan akibat giliran kerja malam adalah penjumlahan biaya kegiatan pada jam kerja normal dengan biaya kegiatan pada giliran kerja malam.

Biaya Normal = $JN \times Kp \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Normal}$

Biaya Giliran Kerja Malam = $JNS \times Kp \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan } \textit{Night Shift}$

Biaya Percepatan = Biaya Normal + Biaya Giliran Kerja Malam

Sebagai contoh adalah perhitungan biaya percepatan durasi kegiatan dengan giliran kerja malam pada pekerjaan galian konstruksi 0-2 m' di bawah ini. Sebelumnya perlu dihitung terlebih dahulu harga satuan pekerjaan pada giliran kerja malam dari pekerjaan tersebut. Harga bahan dan harga sewa peralatan yang digunakan dalam perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1-2, sedangkan upah

tenaga kerja pada jam kerja normal dan upah giliran kerja malam dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan pada giliran kerja malam

Jenis Pekerjaan : Galian Konstruksi 0-2 m²

Satuan : m³

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Night Shift	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A Tenaga Kerja								
1	Mandor	jam	0.0654	2,500.00	163.41	0.0654	3,750.00	245.12
2	Tukang	jam	0.0000	2,000.00	0.00	0.0000	3,000.00	0.00
3	Pekerja	jam	0.2615	1,850.00	483.71	0.2615	2,775.00	725.56
B Material								
1								
C Peralatan								
1	Excavator	jam	0.0654	106,885.27	6,986.62	0.0654	106,885.27	5,986.62
2	Dump Truck 3-4 m ³	jam	0.1307	39,915.84	5,218.25	0.1307	39,915.84	5,218.25
3	Alat Bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00
4								
D Harga Satuan Pekerjaan (A+B+C)					13,351.99			13,675.55

Perhitungan harga satuan pekerjaan akibat giliran kerja malam untuk kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2-3 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Giliran Kerja Malam

No.	Uratan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3,603,050.00	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759,235	3,284.67	3,412.39
3	Galian biasa	m ³	184,500	9,639.19	9,869.28
4	Galian batu	m ³	202,500	29,002.19	29,332.19
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503,550	13,351.99	13,675.55
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180,000	16,564.99	16,969.44
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304,100	3,505.61	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902,960	29,704.63	29,888.38
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67,410	20,505.28	21,846.95
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19,462,960.00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211,560	63,704.24	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313,970	58,546.01	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1,919,520	2,793.88	2,917.21
14	Lapis resap pengikat	Liter	1,057,800	2,393.68	-
15	Aspal beton	m ²	2,399,400	21,408.85	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52,890	516,899.05	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78,570	400,714.61	402,863.05
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361,050	352,718.51	354,866.95
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21,770	181,818.18	-
20	Beton K-125	m ³	13,879	181,818.18	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752,554	3,481.50	3,607.25
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53,830,234	3,689.58	3,794.38
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2,807,349	7,500.00	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84,820	150,000.00	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5,000	75,235,047.16	75,245,769.62
26	Diafragma beton K-350	m ³	5,820	400,714.61	402,863.05
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97,000	449,048.27	462,829.63
28	Pasangan batu kali	m ³	1,703,149	139,760.14	141,310.53
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54,720	139,000.13	-
30	Marka jalan	m ²	20,995	45,000.00	-
31	Patok penuntun	bh	22,000	50,000.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3,000	150,000.00	-
33	Expansion joint type A	bh	14,000	800,000.00	-

Setelah harga satuan pekerjaan pekerjaan pada waktu giliran kerja malam didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan biaya percepatan. Sebagai contoh adalah pada perhitungan biaya pekerjaan galian konstruksi 0-2 m³ berikut ini :

- Diketahui :
- Kapasitas produksi = 15,30 m³/jam
 - Jam kerja normal = 7 jam/hari
 - Harga satuan pekerjaan normal = Rp. 13.351,99 ,- / m³
 - Harga satuan pekerjaan *night shift* = Rp. 13.675,55 ,- / m³

Perhitungan biaya percepatan kegiatan untuk 2 jam giliran kerja malam

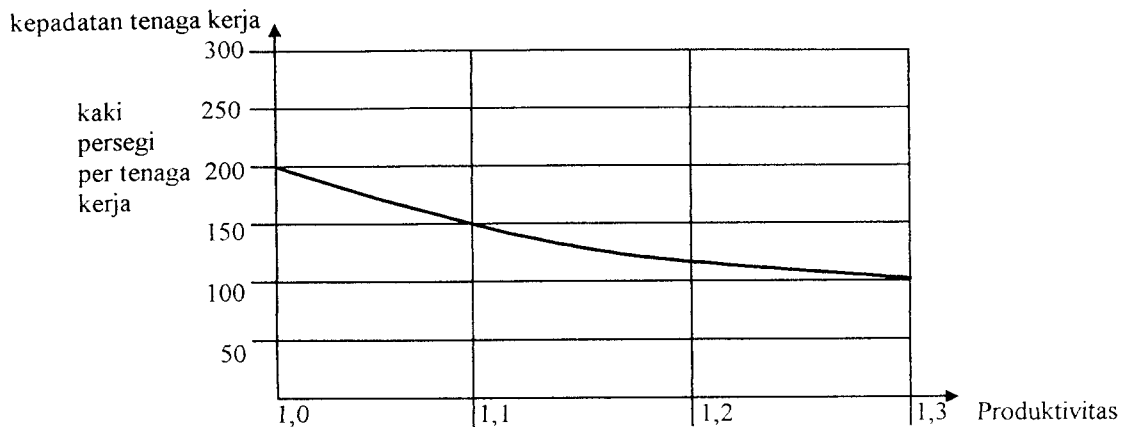
- Durasi *crash* = 4 hari
- Biaya normal = 7 jam/hari x 15,30 m³/jam x 4 hari x Rp. 13.351,99 ,- / m³
= Rp. 5.719.454,44,-
- Biaya *night shift* = 2 jam/hari x 15,30 m³/jam x 4 hari x Rp. 13.675,55 ,- / m³
= Rp. 1.673.729,84,-
- Biaya percepatan = Biaya normal + Biaya *night shift*
= Rp. 5.719.454,44 + Rp.1.673.729,84
= Rp. 7.393.184,28 ,-

Hasil selengkapnya untuk perhitungan biaya percepatan akibat adanya giliran kerja malam untuk kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-2 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

5.4.3 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Penambahan Tenaga Kerja

Beberapa kegiatan dalam proyek dapat dipersingkat durasinya dengan melakukan penambahan alokasi sumberdaya tenaga kerja dan peralatan. Sebagaimana terlihat dalam metode konstruksi, *site output* (kapasitas produksi) dari suatu kegiatan ditentukan oleh suatu peralatan atau tenaga kerja yang dipakai sebagai tolok ukur. Maka untuk meningkatkan *site output* kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan penambahan jumlah peralatan atau tenaga kerja. Meningkatnya *site output* suatu kegiatan menyebabkan terjadinya percepatan durasi, perubahan harga satuan pekerjaan dan biaya dari kegiatan tersebut. Percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja ini pada penelitian ini, percepatan dilakukan hanya kepada kegiatan-kegiatan yang kapasitas produksinya ditentukan oleh tenaga kerja. Pada proyek penggantian jembatan Karanggayam ini, kegiatan yang *site output*-nya ditentukan oleh tenaga kerja adalah kegiatan penulangan dengan tulangan polos dan kegiatan penulangan dengan tulangan ulir.

Sebelum dilakukan perhitungan percepatan durasi terlebih dahulu dilakukan analisis kepadatan tenaga kerja. Analisis kepadatan tenaga kerja ini didasarkan pada grafik kepadatan tenaga kerja (Iman Suharto, 1995) dan luasan tempat kerja sesuai gambar situasi proyek jembatan Karanggayam (Lampiran 4-1). Pada penentuan luas tempat kerja ini dilakukan dengan asumsi bahwa luas tempat kerja suatu kegiatan sesuai dengan luasan dari kegiatan pada gambar situasi proyek sampai pada batasan keadaan yang masih memungkinkan untuk tenaga kerja atau alat untuk melakukan pekerjaannya.



Gambar 5.3 Kepadatan tenaga kerja vs produktivitas
(Sumber : Iman Suharto, 1995)

Berdasarkan grafik kepadatan tenaga kerja di atas, produktivitas tertinggi (1,0) tercapai pada kepadatan tenaga kerja 200 s/d 300 kaki persegi per-tenaga kerja.

Konversi : 1 kaki = 1 ft = 30,48 cm

$$1 \text{ kaki persegi} = 1 \text{ sq.ft} = 30,48 \times 30,48 = 929,0304 \text{ cm}^2 = 0,0929 \text{ m}^2$$

Pada penelitian kali ini, setiap tenaga kerja ditetapkan mempunyai luasan kerja ideal sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luasan kerja ideal} &= (200+300)/2 = 250 \text{ kaki persegi / tenaga kerja} \\ &= 250 \times 0,0929 \\ &= 23,225 \text{ m}^2 / \text{tanaga kerja (orang)} \end{aligned}$$

Kemudian berdasarkan gambar situasi proyek jembatan Karanggayam didapatkan luasan tempat kerja bagi kegiatan-kegiatan dalam proyek (Lampiran 4-2). Luasan tempat kerja untuk kegiatan penulangan dengan tulangan polos adalah 538,5 m² dan luasan tempat kerja bagi pelaksanaan kegiatan penulangan dengan tulangan ulir adalah 845,7 m². Maka jumlah tenaga kerja ideal untuk kegiatan :

- Penulangan dengan tulangan polos = $\frac{538,5 \text{ m}^2}{23,225 \text{ m}^2} = 23,186 \text{ orang} \approx 23 \text{ orang}$

$$- \text{ Penulangan dengan tulangan ulir} = \frac{845,7 \text{ m}^2}{23,225 \text{ m}^2} = 36,413 \text{ orang} \approx 36 \text{ orang}$$

Berdasarkan pada data perhitungan kapasitas produksi, jumlah tenaga kerja dalam 1 *group* yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan penulangan polos = 13 orang dan jumlah tenaga kerja dalam 1 *group* yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan penulangan ulir = 13 orang. Maka berdasarkan data tersebut dapat dilakukan penambahan tenaga kerja pada kegiatan penulangan polos sebanyak $(23-13) = 10$ orang dan penambahan jumlah tenaga kerja pada kegiatan penulangan ulir sebanyak $(36-13) = 23$ orang. Pada penelitian kali ini penambahan tenaga kerja tiap kegiatan dilakukan dengan menaikkan jumlah kelompok ("*group*") tenaga kerja. Dengan menaikkan jumlah *group* ini otomatis komposisi jumlah tenaga kerja (mandor, tukang dan pekerja) akan berubah. Sebagai contoh adalah perhitungan percepatan durasi kegiatan pembesian dengan penulangan ulir dengan penambahan tenaga kerja di bawah ini.

1) Alternatif-1 : Komposisi tenaga kerja pada keadaan normal

Komponen tenaga kerja terdiri dari 1 *group* dengan komposisi tenaga kerja :

a. Mandor	: 1 orang
b. Tukang	: 3 orang
c. Pekerja	: 9 orang
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
Jumlah tenaga kerja	: 13 orang

Dengan *site output* setiap 1 *group* tenaga kerja sebesar 120 Kg/jam

Koefisien atau waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk menyelesaikan pekerjaan pembesian dengan tulangan ulir per-Kg nya adalah :

- a. Mandor = $1 / 120 = 0,0083$ jam
- b. Tukang = $3 / 120 = 0,0250$ jam
- c. Pekerja = $9 / 120 = 0,0750$ jam

2) Alternatif-7 : Penambahan tenaga kerja dengan menambah jumlah group

Pada penambahan jumlah group ini dilakukan secara bertahap dengan tujuan untuk mendapatkan variasi komposisi dan jumlah tenaga kerja yang dapat menyelesaikan pekerjaan penulangan per-Kg nya dengan waktu yang lebih singkat.

Pada alternatif ke-7 ini dilakukan penambahan jumlah group tenaga kerja sebanyak 2,8 group, sehingga komposisi tenaga kerja berubah menjadi :

- a. Mandor = $1 \times 2,8 = 2,8 \approx 3$ orang
 - b. Tukang = $3 \times 2,8 = 8,4 \approx 8$ orang
 - c. Pekerja = $9 \times 2,8 = 25,2 \approx 25$ orang
- +
 Jumlah tenaga kerja = 36 orang \leq jumlah tenaga kerja ideal 36 orang

Dengan *site output* setiap group tenaga kerja = $120 \text{ Kg/jam} \times 2,8 = 336 \text{ Kg/jam}$

Koefisien atau waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk menyelesaikan pekerjaan pembesian dengan tulangan ulir per-Kg nya adalah :

- a. Mandor = $3 / 336 = 0,0089$ jam
- b. Tukang = $8 / 336 = 0,0238$ jam
- c. Pekerja = $25 / 336 = 0,0744$ jam

Untuk perhitungan percepatan durasi kegiatan, perhitungan harga satuan pekerjaan dan perhitungan biaya percepatan kegiatan karena penambahan tenaga kerja selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4-3, 4-4 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.11. Pada perhitungan percepatan durasi dengan penambahan

tenaga kerja pada penelitian ini, ketentuan penetapan durasi kegiatan yang dipersingkat sama seperti dalam percepatan durasi dengan kerja lembur dan giliran kerja. Tetapi pada penambahan tenaga kerja ini juga dipertimbangkan percepatan durasi yang menghasilkan biaya percepatan yang terkecil.

Tabel 5.11 Tabulasi Hasil Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan, Jumlah Tenaga Kerja, Kapasitas Produksi, Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Percepatan Durasi Dengan Penambahan Tenaga Kerja

Pembesian dengan tulangan polos						
	Harga Satuan <i>day shift</i> (Rp.)	Jumlah Group	Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Kapasitas Produksi (Kg/jam)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)
Alternatif-1	3,481.50	1.00	13	100	3.00	6,101,516.75
Alternatif-2	3,487.08	1.20	16	120	-	-
Alternatif-3	3,481.54	1.30	17	130	-	-
Alternatif-4	3,476.79	1.40	18	140	2.00	6,093,254.71
Alternatif-5	3,502.67	1.50	21	150	-	-
Alternatif-6	3,485.63	1.60	21	160	-	-
Alternatif-7	3,481.47	1.70	22	170	-	-
Alternatif-8	3,477.78	1.80	23	180	-	-

Pembesian dengan tulangan ulir						
	Harga Satuan <i>day shift</i> (Rp.)	Jumlah Group	Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Kapasitas Produksi (Kg/jam)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)
Alternatif-1	3,689.58	1.00	13	120	65.00	198,611,134.20
Alternatif-2	3,689.62	1.30	17	156	50.00	198,612,859.52
Alternatif-3	3,693.02	1.60	21	192	41.00	198,796,175.63
Alternatif-4	3,692.50	1.90	25	228	34.00	198,768,139.05
Alternatif-5	3,692.12	2.20	29	264	30.00	198,747,748.80
Alternatif-6	3,700.17	2.50	34	300	26.00	199,180,837.51
Alternatif-7	3,687.59	2.80	36	336	23.00	198,503,794.15
Alternatif-8	-	-	-	-	-	-

5.4.4 Pematatan Durasi Kegiatan Dengan Penggantian dan Penambahan Peralatan

Beberapa kegiatan dalam proyek dapat dipersingkat durasinya dengan melakukan penggantian peralatan yang mempunyai *site output* alat yang lebih besar. Sebagaimana dapat dilihat analisis kapasitas produksi, bahwa kapasitas produksi dari suatu kegiatan ditentukan oleh *site output* dari salah satu peralatan yang digunakan. Sehingga dengan penggantian atau penambahan peralatan ini, diharapkan kapasitas produksi dari kegiatan akan menjadi lebih besar sehingga durasi proyek menjadi lebih singkat.

5.4.4.1 Perhitungan Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Penggantian Peralatan

Pada penelitian kali ini, dalam mempercepat durasi kegiatan dengan penggantian peralatan dilakukan dengan 2 cara penggantian alat sebagai berikut :

- 1) penggantian alat dengan alat yang sama jenisnya tetapi dengan tipe yang berbeda (yang memiliki kapasitas alat yang lebih besar),
- 2) penggantian alat dengan alat yang berbeda jenis dan tipenya.

Untuk penggantian alat dengan cara yang pertama dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang kapasitas produksinya ditentukan oleh *site output* dari alat berat. Penggantian alat dilakukan dengan mengganti dengan alat berat yang sama jenisnya tetapi dengan tipe berbeda yang mempunyai kapasitas alat yang lebih besar. Pada penggantian ini diasumsikan koefisien-koefisien dari alat berat yang mempengaruhi perhitungan *site output* alat berat diasumsikan sama, kecuali koefisien kapasitas alat dan waktu siklus ("*cycle time*") dari alat berat tergantung dari masing-masing tipe dari alat berat

tersebut. Harga sewa peralatan dengan jenis yang sama tetapi kapasitasnya lebih besar dianggap sama dengan peralatan dengan kapasitas yang lebih kecil.

Sebagai contoh perhitungan durasi dan biaya percepatan dengan penggantian peralatan dengan alat yang sama jenisnya tetapi mempunyai kapasitas yang lebih besar adalah pada kegiatan galian biasa berikut. Pada contoh tersebut dapat dilihat analisis perhitungan *site output*, kapasitas produksi, koefisien dan harga satuan pekerjaan dari kegiatan galian biasa pada keadaan normal dan setelah dilakukan penggantian peralatan. Pada keadaan normal kapasitas produksi galian biasa tersebut ditentukan oleh *site output excavator*-Hitachi yang mempunyai kapasitas *bucket* 0,8 m³, kemudian untuk meningkatkan kapasitas produksi dilakukan penggantian alat dengan *excavator*-Kobelco yang mempunyai kapasitas *bucket* sebesar 0,9 m³.

Alternatif-I (dalam kondisi normal)

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
Excavator-Hitachi 0,8 m3			
Kapasitas bucket	q	0.8000	m3
Faktor bucket	fb	0.5000	
Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
a. Faktor alat	Ee	0.8000	
b. Faktor operator	Eo	0.8300	
c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	32.0000	detik
a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	15.0000	detik
b. Waktu untuk mengangkut dan swing	Wsi	6.0000	detik
c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	6.0000	detik
Faktor konversi tanah	f	0.8000	
Site output alat = $\frac{3600 \times q \times fb \times E \times f}{Cm}$	Q	21.5136	m3/jam
Dump Truck 3-4 m3			
<i>Site output excavator</i>	Qe	21.5136	m3/jam
Kapasitas bak	qs	4.0000	m3
Rata-rata jarak angkut	D	0.5000	Km
Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
Efisiensi alat	E	0.8000	
Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	17.1557	menit
a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T1	11.1557	menit
b. Waktu mengangkut dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T2	2.0000	menit
c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
Faktor konversi tanah	f	0.8000	
Kapasitas angkut <i>dump truck</i> = $\frac{60 \times qs \times E \times f}{Cm}$	Q	8.9533	m3/jam

Alternatif-III (penggantian alat)

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
Excavator-Kobelco			
Kapasitas bucket	q	0.9000	m3
Faktor bucket	fb	0.5000	
Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
a. Faktor alat	Ee	0.8000	
b. Faktor operator	Eo	0.8300	
c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	28.0000	detik
a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	15.0000	detik
b. Waktu untuk mengangkut dan swing	Wsi	4.0000	detik
c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	4.0000	detik
Faktor konversi tanah	f	0.8000	
Site output alat = $\frac{3600 \times q \times fb \times E \times f}{Cm}$	Q	27.6603	m3/jam
Dump Truck 3-4 m3			
<i>Site output excavator</i>	Qe	27.6603	m3/jam
Kapasitas bak	qs	4.0000	m3
Rata-rata jarak angkut	D	0.5000	Km
Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
Efisiensi alat	E	0.8000	
Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	14.6767	menit
a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T1	8.6767	menit
b. Waktu mengangkut dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T2	2.0000	menit
c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
Faktor konversi tanah	f	0.8000	
Kapasitas angkut <i>dump truck</i> = $\frac{60 \times qs \times E \times f}{Cm}$	Q	10.4656	m3/jam

Contoh perhitungan koefisien kegiatan karena penggantian peralatan

Jenis Pekerjaan : Galian Biasa

Alternatif-1

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas <i>Excavator</i> -Hitachi 0,8 m3	=	21.51	m3/jam	
<i>Excavator</i>		21.51 /	21.51	1 unit
<i>Dump Truck</i> 3-4 m3		21.51 /	8.95	2 unit
Koefisien masing-masing alat :				
<i>Excavator</i>		1 /	21.51	= 0.0465
<i>Dump Truck</i> 3-4 m3		2 /	21.51	= 0.0930
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :				
Mandor		1	orang	
Pekerja		4	orang	
Koefisien Mandor		1 /	21.51	= 0.0465
Koefisien Pekerja		4 /	21.51	= 0.1859

Alternatif-3

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas <i>Excavator</i> -Kobelco	=	27.66	m3/jam	
<i>Excavator</i>		27.66 /	27.66	1 unit
<i>Dump Truck</i> 3-4 m3		27.66 /	10.47	3 unit
Koefisien masing-masing alat :				
<i>Excavator</i>		1 /	27.66	= 0.0362
<i>Dump Truck</i> 3-4 m3		3 /	27.66	= 0.1085
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :				
Mandor		1	orang	
Pekerja		4	orang	
Koefisien Mandor		1 /	27.66	= 0.0362
Koefisien Pekerja		4 /	27.66	= 0.1446

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan karena penggantian alat

Jenis Pekerjaan : Galian Biasa
 Satuan : m³

No.	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-3		
			Excavator-Hitachi 0,8 m3			Excavator-Kobelco		
			Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A Tenaga Kerja								
1	Mandor	jam	2,500.00	0.0465	116.21	2,500.00	0.0362	90.38
2	Tukang	jam	2,000.00	0.0000	0.00	2,000.00	0.0000	0.00
3	Pekerja	jam	1,850.00	0.1859	343.97	1,850.00	0.1446	267.53
B Material								
1								
C Peralatan								
1	Excavator	jam	106,885.27	0.0465	4,968.27	106,885.27	0.0362	3,864.21
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	39,915.84	0.0930	3,710.75	39,915.84	0.1085	4,329.21
3	Alat Bantu	Ls	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00
4								
D Harga Satuan Pekerjaan (A+B+C)					9,639.19			9,051.33

Berdasarkan hasil analisis perhitungan *site output* dari masing-masing alat yang digunakan dalam kegiatan galian biasa pada keadaan normal di atas, maka yang menentukan kapasitas produksi kegiatan galian biasa adalah *site output* dari *Excavator-Hitachi* = 21,51 m³/jam. Jadi durasi dan biaya normal dari kegiatan ini adalah :

- Volume pekerjaan = 184,5 m³
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Kapasitas produksi = 21,51 m³/jam
- Harga satuan pekerjaan = Rp. 9.639,19 / m³
- Durasi normal = $\frac{184,5 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 21,51 \text{ m}^3/\text{jam}}$ = 1,23 hari ≈ 2 hari
- Biaya normal = 184,5 m³ x Rp. 9.639,19 / m³ = Rp. 1.778.431,17,-

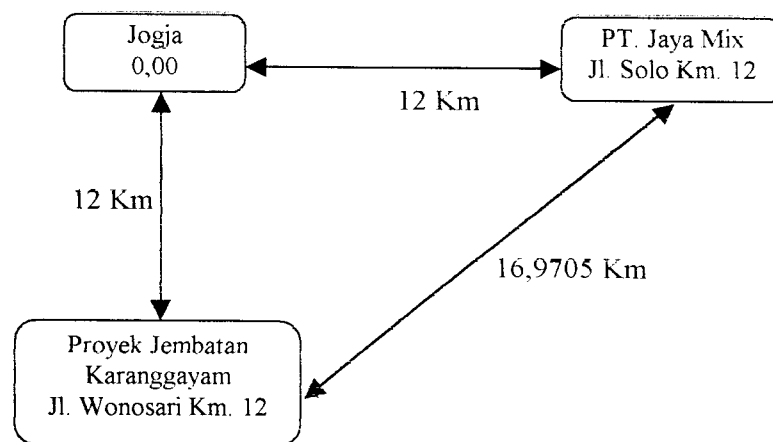
Kemudian dilakukan percepatan durasi dari kegiatan galian biasa, yaitu dengan mengganti *Excavator*-Hitachi dengan *Excavator*-Kobelco yang memiliki kapasitas bucket yang lebih besar. Berdasarkan hasil analisis perhitungan *site output* dan koefisien dari masing-masing alat yang digunakan dalam kegiatan galian biasa pada keadaan normal di atas, maka yang menentukan kapasitas produksi kegiatan galian biasa adalah *site output* dari *Excavator*-Hitachi = 27,66 m³/jam. Jadi durasi dan biaya normal dari kegiatan ini adalah :

- Kapasitas produksi = 27,66 m³/jam
- Harga satuan pekerjaan = Rp. 9.051,33 / m³
- Durasi percepatan = $\frac{184,5 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 27,66 \text{ m}^3/\text{jam}}$ = 0,95 hari \approx 1 hari
- Biaya percepatan = 184,5 m³ x Rp. 9.051,33 / m³ = Rp.1.669.970,85,-

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi percepatan (“*crash*”) sebesar 1 hari lebih kecil dari perhitungan durasi sebelumnya 2 hari, maka durasi kegiatan dipercepat. Juga didapatkan penambahan jumlah *Dump Truck* dari 2 unit menjadi 3 unit, hal ini dikarenakan *site output* yang dihasilkan oleh *Excavator*-Kobelco lebih besar sehingga membutuhkan penambahan *Dump Truck*. Biaya percepatan = Rp. 1.669.970,85 lebih kecil dari biaya normal = Rp. 1.778.431,17, hal ini disebabkan karena meningkatnya kapasitas produksi sehingga koefisien tenaga kerja dan peralatan dalam hal ini jumlah waktu (jam) yang dibutuhkan oleh tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan 1 (satu) unit pekerjaan menjadi lebih kecil dari pada koefisien dalam keadaan normal. Hasil selengkapnya perhitungan analisis kapasitas produksi, perhitungan harga satuan pekerjaan, percepatan durasi dan perhitungan

biaya percepatan kegiatan karena penggantian alat selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2-1, 5-1, 5-2 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Sedangkan untuk cara yang kedua, yaitu penggantian alat dengan alat yang berbeda jenis dan tipenya pada penelitian kali ini dilakukan khusus hanya pada kegiatan-kegiatan pembetonan. Sebagai contoh adalah pada kegiatan beton K-225 berikut, percepatan durasi dilakukan dengan mengganti *Concrete Mixer* dengan peralatan dengan jenis dan tipe yang berbeda. *Concrete Mixer* ini diganti dengan Beton *Ready Mix* dimana kapasitas produksinya ditentukan oleh *site output* dari *Transit Mixer*. Pada penelitian kali ini, asumsi untuk perhitungan *site output Transit Mixer* ini dilakukan berdasarkan pada data-data *Transit Mixer* milik PT. Jaya ready Mix yang terdapat pada Lampiran 1-3.



Gambar 5.4 Asumsi Jarak PT. Jaya Mix Dengan Lokasi Proyek

Pada pelaksanaan kegiatan beton K-225 ini, jarak dari *batch plant* sampai dengan lokasi proyek diasumsikan sejauh 16,9705 Km dan pada saat menuju lokasi proyek *Transit Mixer* melewati jalan di dalam kota dengan kecepatan dalam keadaan *mixer* terisi = 30 Km/jam dan kecepatan dalam keadaan *mixer* kosong = 60 Km/jam.

Contoh perhitungan site output dan koefisien Transit Mixer

Jenis Pekerjaan : Beton K-225

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
Transit Mixer			
Volume pekerjaan beton K-225	q1	361.05	m3
Volumer mixer	q2	5.0000	m3
Jumlah transit mixer (rit) = $q1 / q2$	N	73.0000	buah (rit)
Kapasitas transit mixer = $q2 \times N$	qs	365.0000	m3
Rata-rata jarak angkut	D	16.9705	Km
Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer isi	V1	30.0000	Km/jam
Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer kosong	V2	60.0000	Km/jam
Rata-rata kecepatan = $(V1 + V2) / 2$	V	45.0000	Km/jam
Efisiensi alat	E	0.8500	
Cycle time transit mixer = $(T1+T2+T3+T4) \times N$	Cm	102.5098	jam
a. Waktu untuk mengisi mixer	T1	0.3000	jam
b. Waktu mengangkut = D/V	T2	0.3771	jam
c. Waktu untuk menuang	T3	0.3500	jam
d. Waktu untuk kembali = D/V	T4	0.3771	jam
Kapasitas angkut transit mixer = $\frac{qs \times E}{Cm}$	Q	3.0265	m3/jam
Koefisien transit mixer = $1/Q$		0.3304	jam
Concrete Vibrator			
Kebutuhan alat tiap m3 digunakan 1(satu) alat			
Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam transit mixer	Q	3.0265	m3/jam
Koefisien concrete vibrator = $1/Q$		0.3304	jam
Tenaga Kerja			
Produksi beton per jam	Q	3.0265	m3/jam
Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group
a. Mandor	Nm	1.0000	orang
b. Tukang	Nt	1.0000	orang
c. Pekerja	Np	5.0000	orang
Jumlah total pekerja	N	7.0000	orang
Koefisien tenaga per m3			
a. Mandor = Nm/Q		0.3304	jam
b. Tukang = Nt/Q		0.3304	jam
c. Pekerja = Np/Q		1.6521	jam
Alat Bantu (Ls)			
		1.0000	Ls

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan karena penggantian alat
 Jenis Pekerjaan : Beton K-225 dengan Concrete Mixer dan Transit Mixer
 Satuan : m³

No.	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-4		
			Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja							
1	Mandor	jam	2,500.00	0.3125	781.25	2,500.00	0.3304	826.03
2	Tukang	jam	2,000.00	0.3125	625.00	2,000.00	0.3304	660.82
3	Pekerja	jam	1,850.00	1.5625	2,890.63	1,850.00	1.6521	3,056.30
B	Material							
1	Semen	Kg	500.00	359.4864	179,743.20			
2	Pasir	m ³	30,000.00	0.5360	16,080.00			
3	Agregat Kasar	m ³	60,000.00	0.7365	44,190.00			
4	Beton Ready Mix	m ³				237,500.00	1.0000	237,500.00
5	Kayu Perancah	m ³	450,000.00	0.0500	22,500.00	450,000.00	0.0500	22,500.00
6	paku	Kg	5,000.00	0.5130	2,565.00	5,000.00	0.5130	2,565.00
7	Multiplek 15 m	Lb	115,000.00	0.6100	70,150.00	115,000.00	0.6100	70,150.00
8								
9								
C	Peralatan							
1	Concrete Mixer	jam	15,972.65	0.3125	4,991.45	15,972.65	0.0000	0.00
2	Transit mixer	jam	33,325.78	0.0000	0.00	33,325.78	0.3304	11,011.19
3	Water Tank Truck	jam	43,556.14	0.0594	2,586.15	43,556.14	0.0000	0.00
4	Concrete Vibrator	jam	13,170.68	0.3125	4,115.84	13,170.68	0.3304	4,351.73
5	Alat Bantu	Ls	1,500.00	1.0000	1,500.00	1,500.00	1.0000	1,500.00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				352,718.51			354,121.06

Pada penggantian *Concrete Mixer* dengan *Transit Mixer* ini tidak dilakukan penambahan tenaga kerja untuk setiap kelompok kerjanya. Karena kebutuhan tenaga kerja diasumsikan sama untuk setiap *Transit Mixer*-nya. Setelah dilakukan analisis kapasitas produksi dan harga satuan pekerjaan, kemudian dilakukan perhitungan durasi dan biaya kegiatan beton K-225 ini, durasi dihitung berdasarkan jam kerja per-hari normal (7 jam) didapatkan durasi kegiatan :

- Volume = 631,05 m³
- Jam kerja normal = 7 jam
- Kapasitas produksi = 3,0265 m³/jam
- Harga satuan pekerjaan = Rp. 354.121,06 / m³
- Durasi percepatan = $\frac{361,05 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 3,05265 \text{ m}^3/\text{jam}}$ = 17,04 hari \approx 17 hari
- Biaya percepatan = 361,05 m³ x Rp. 354.121,06/m³ = Rp. 127.855.408,86,-

Penggantian alat pada pekerjaan beton K-225 ini dengan *transit mixer* tidak menghasilkan percepatan durasi proyek. Karena dari hasil perhitungan didapatkan durasi kegiatan = 17 hari sama dengan durasi kegiatan dengan menggunakan *Concrete Mixer* = 17 hari, maka kegiatan tidak dipercepat. Selain itu juga didapatkan biaya kegiatan dengan *Transit Mixer* = Rp. 127.855.408,88,- lebih besar daripada biaya kegiatan dengan menggunakan *Concrete Mixer* = Rp. 127.349.018,55,-.

5.4.4.2 Perhitungan Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan Akibat Penambahan Peralatan

Terdapat dua pengertian dalam penambahan peralatan pada penelitian ini, yaitu : 1) bertambahnya peralatan pendukung suatu kegiatan akibat dari penggantian

peralatan yang menentukan kapasitas produksi pada kegiatan yang sama, seperti pada contoh penambahan *dump truck* karena penggantian *excavator* pada uraian dalam subbab sebelumnya dan 2) penambahan peralatan pada suatu kegiatan yang menentukan kapasitas produksi kegiatan tersebut.

Pada subbab kali ini, pemadatan durasi kegiatan dengan penambahan peralatan adalah penambahan alat yang *site output*-nya menentukan kapasitas produksi kegiatan. Pada penambahan peralatan ini dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah tenaga kerja ideal dan luasan tempat kerja yang memungkinkan peralatan tersebut dapat bekerja secara normal. Karena landasan teori tentang luasan kerja yang ideal bagi peralatan khususnya alat berat tidak diketahui, maka penambahan peralatan dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang peralatannya diasumsikan pada saat bekerja tidak memerlukan ruang atau tempat kerja yang luas. Karena peralatan seperti *Excavator*, *Pedestrian Roller*, *Wheel Loader* memerlukan tempat kerja yang luas. Sehingga jika luasan kerja terbatas, maka penambahan peralatan berarti akan menyebabkan peralatan saling bertabrakan dan tidak dapat bekerja secara optimal.

Sebagai contoh perhitungan adalah pada kegiatan beton K-225 pada elevasi berikut ini. Pada kegiatan ini peralatan yang menentukan kapasitas produksi kegiatan tersebut adalah *Concrete Mixer*. Sesuai dengan asumsi di atas *Concrete Mixer* ini pada saat beroperasi tidak memerlukan luasan tempat kerja yang luas atau menetap, sehingga dapat dilakukan penambahan peralatan *Concrete Mixer*. Pada penambahan *Concrete Mixer* ini juga mengakibatkan bertambahnya jumlah kelompok (“*group*”) tenaga kerja yang digunakan dalam mengoperasikan satu set peralatan tersebut. Pada

penambahan kelompok tenaga kerja ini perlu mempertimbangkan luasan tempat kerja dan jumlah tenaga kerja ideal. Pada analisis jumlah tenaga kerja ideal pada Lampiran 4-2, diketahui jumlah tenaga kerja ideal untuk pekerjaan beton K-225 pada elevasi ini adalah sebesar 23 orang dengan luasan kerja sebesar 538,50 m².

Berdasarkan hasil analisis perhitungan *site output* dan harga satuan pekerjaan dari masing-masing alat yang digunakan dalam kegiatan beton K-225 pada keadaan normal (Lampiran 2-1, 5-1) didapatkan :

a. *Concrete Mixer*

- Jumlah alat = 1 unit
- *Site output* = 3,20 m³/jam

b. Tenaga Kerja

- Jumlah group tenaga kerja = 1 group
- Jumlah tenaga kerja = 7 orang

Durasi dan biaya normal dari kegiatan ini adalah :

- Volume pekerjaan = 361,05 m³
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Kapasitas produksi = 3,20 m³/jam
- Harga satuan pekerjaan = Rp. 352.718,51 / m³
- Durasi normal = $\frac{361,05 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 3,20 \text{ m}^3/\text{jam}} = 16,12 \text{ hari} \approx 17 \text{ hari}$
- Biaya normal = 361,05 m³ x Rp. 352.718,51 / m³ = Rp. 127.349.018,55,-

Dari hasil analisis di atas dalam keadaan normal, yaitu jumlah *Concrete Mixer* 1 buah diperlukan tenaga kerja untuk mengoperasikan 1 set alat sebanyak 7 orang. Maka dapat dilakukan penambahan *Concrete Mixer* sebanyak :

$$\text{Penambahan } \textit{Concrete Mixer} = \frac{\text{Jumlah tenaga kerja ideal}}{\text{Jumlah tenaga kerja untuk mengoperasikan 1 set alat}}$$

$$\text{Penambahan } \textit{Concrete Mixer} = \frac{23}{7} = 3,28 \approx 3 \text{ unit}$$

Kemudian dilakukan percepatan durasi dengan menambah jumlah *Concrete Mixer* sebanyak 3 unit. Berdasarkan hasil analisis perhitungan *site output* dan harga satuan pekerjaan dari masing-masing alat yang digunakan dalam kegiatan beton K-225 karena penambahan *Concrete Mixer* (Lampiran 2-1, 5-1) maka didapatkan :

a. *Concrete Mixer*

- Jumlah alat = 3 unit
- *Site output* = 9,6 m³/jam

b. Tenaga Kerja

- Jumlah group tenaga kerja = 3 group
- Jumlah tenaga kerja = 21 orang ≤ jumlah tenaga kerja ideal = 23 orang

Durasi dan biaya percepatan dari kegiatan ini adalah :

- Kapasitas produksi = 9,60 m³/jam
- Harga satuan pekerjaan = Rp. 349.974,62 / m³
- Durasi percepatan = $\frac{361,05 \text{ m}^3}{7 \text{ jam/hari} \times 9,60 \text{ m}^3/\text{jam}}$ = 5,37 hari ≈ 6 hari
- Biaya percepatan = 361,05 m³ x Rp. 349.974,62 / m³ = Rp. 126.358.336,47,-

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi percepatan (“*crash*”) sebesar 6 hari lebih kecil dari perhitungan durasi normal 17 hari, maka durasi kegiatan dipercepat. Dan juga didapatkan biaya percepatan lebih kecil dari biaya normal, hal ini dikarenakan *site output* yang dihasilkan oleh 3 unit *Concrete Mixer* lebih besar sehingga koefisien *Concrete Vibrator* dan peralatan pendukungnya dalam hal ini jumlah waktu (jam) yang dibutuhkan oleh *Concrete Vibrator* dan peralatan pendukungnya untuk menyelesaikan 1 (satu) unit pekerjaan lebih kecil dari koefisien pada keadaan normal. Dengan koefisien yang lebih kecil ini, maka harga satuan pekerjaan beton K-225 menjadi lebih kecil dari harga satuan pekerjaan pada kondisi normal.

Hasil selengkapnya perhitungan analisis kapasitas produksi, perhitungan harga satuan pekerjaan, percepatan durasi dan perhitungan biaya percepatan kegiatan karena penggantian dan penambahan alat selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2-1, 5-1, 5-2 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Penggantian dan Penambahan Alat

No	Uraian	Alternatif-1		Alternatif-2		Alternatif-3		Alternatif-4	
		Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)
1	Mobilisasi	6.00	3,603,050.00	-	-	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	3.00	2,493,633.31	-	-	-	-	-	-
3	Galian biasa	2.00	1,778,431.17	-	-	-	-	1.00	1,529,102.92
4	Galian batu	2.00	5,872,942.67	-	-	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	5.00	6,723,394.89	-	-	-	-	4.00	4,566,188.26
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	3.00	2,981,697.90	-	-	-	-	2.00	2,017,798.60
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	1.00	1,066,057.34	-	-	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	3.00	26,822,089.66	-	-	2.00	25,116,357.63	-	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	2.00	1,382,260.92	-	-	-	-	-	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	6.00	19,462,960.00	-	-	-	-	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	1.00	13,477,268.96	-	-	-	-	-	-
12	Lapis perekat aspal kelas B	1.00	18,381,692.15	-	-	-	-	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	2.00	5,362,901.84	1.00	4,904,093.03	-	-	-	-
14	Lapis resap pengikat	1.00	2,532,031.02	-	-	-	-	-	-
15	Aspal beton	1.00	51,368,404.13	-	-	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	1.00	27,336,790.92	-	-	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	4.00	31,484,147.02	2.00	31,322,456.34	-	-	-	-
18	Beton K-225 pada elevasi	17.00	127,349,018.55	9.00	126,606,006.99	6.00	126,358,336.47	-	-
19	Beton K-175 pada elevasi	1.00	3,958,181.81	-	-	-	-	-	-
20	Beton K-125	1.00	2,523,454.54	-	-	-	-	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	3.00	6,101,516.75	-	-	-	-	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	65.00	198,611,134.20	-	-	-	-	-	-
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 25 Kg/m ²	18.00	21,055,117.50	-	-	-	-	-	-
24	Perletakan elastomerik	8.00	12,723,000.00	-	-	-	-	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	30.00	376,175,235.82	-	-	-	-	-	-
26	Diafragma beton K-350	15.00	2,332,159.04	-	-	-	-	-	-
27	Bore Pile diameter 800 mm	6.00	43,557,692.02	-	-	-	-	-	-
28	Pasangan batu kali	26.00	238,032,343.15	14.00	238,032,343.15	10.00	238,032,343.15	7.00	238,032,343.15
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1.00	7,606,097.31	-	-	-	-	-	-
30	Marka jalan	1.00	944,775.00	-	-	-	-	-	-
31	Patok penuntun	1.00	1,100,000.00	-	-	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	1.00	450,000.00	-	-	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	8.00	11,200,000.00	-	-	-	-	-	-

5.4.5 Pemadatan Durasi Kegiatan Dengan Kombinasi Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam

5.4.5.1 Perhitungan Durasi Percepatan Kegiatan

Pada percepatan durasi kegiatan dengan kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam ini, giliran kerja malam dilakukan setelah jam kerja pada *shift* pertama terlampaui (jam kerja normal + jam kerja lembur). Jumlah jam kerja maksimal dari ketiga kombinasi waktu kerja tersebut (jam kerja normal + jam kerja lembur + jam kerja giliran kerja malam) dalam sehari bagi tenaga kerja (2 *shift*) dan peralatan pada proyek ditentukan tidak lebih dari 13 jam. Waktu kerja pada kerja lembur dan giliran kerja malam per-harinya setelah jam kerja normal dan besarnya tarif per-jam kerja giliran malam dalam penelitian ini telah ditetapkan seperti telah dijelaskan pada Subbab 5.2.2 dan 5.2.3, yaitu tentang waktu dan upah kerja lembur dan giliran kerja malam. Besarnya durasi *crash* (D_c) karena penambahan waktu kerja dengan kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam adalah :

$$D_c = \frac{\text{Volume Pekerjaan (unit)}}{((JN + JNS) \times K_p) + (JOT \times K_p \times F) \text{ (unit/hari)}}$$

Pada penelitian ini, percepatan durasi dilakukan dengan kombinasi kerja lembur dan jam kerja giliran kerja malam dilakukan dengan 4 macam kombinasi sebagai berikut :

- 1) 7jam kerja normal+1jam lembur+(1jam, 2jam,...,5jam) giliran kerja malam \leq 13 jam kerja per-hari
- 2) 7jam kerja normal+2jam lembur+(1jam, 2jam,...,4jam) giliran kerja malam \leq 13 jam kerja per-hari

- 3) 7jam kerja normal+3jam lembur+(1jam, 2jam, 3jam) giliran kerja malam \leq 13 jam kerja per-hari
- 4) 7jam kerja normal+4jam lembur+(1jam, 2jam) giliran kerja malam \leq 13 jam kerja per-hari

Sebagai contoh adalah perhitungan durasi *crash* pada pekerjaan pasangan batu kali berikut ini :

- Diketahui : – Volume pekerjaan = 1.703,149 m³
- Kapasitas produksi = 8,71 m³/jam
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Durasi normal = 28 hari

- 1) Perhitungan durasi kegiatan untuk 4 jam kerja lembur dan 1 jam kerja giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja (“*day shift*” + lembur + *shift* malam)
- $$= 7 \text{ jam/hari} + 4 \text{ jam/hari} + 1 \text{ jam/hari} = 12 \text{ jam/hari}$$
- $D_c = \frac{1.703,149 \text{ m}^3}{((7+1) \times 8,71) + (2 \times 8,71 \times 0,87) + (2 \times 8,71 \times 0,74)} = 17,43 \text{ hari} \approx 18 \text{ hari}$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 18 hari lebih kecil dari durasi normal 28 hari, maka durasi kegiatan dipercepat.

- 2) Perhitungan durasi kegiatan untuk 4 jam kerja lembur dan 2 jam kerja giliran kerja malam

- Jumlah jam kerja per-hari = Jam kerja (“*day shift*” + lembur + *shift* malam)
- $$= 7 \text{ jam/hari} + 4 \text{ jam/hari} + 2 \text{ jam/hari} = 13 \text{ jam/hari}$$
- $D_c = \frac{1.703,149 \text{ m}^3}{((7+2) \times 8,71) + (2 \times 8,71 \times 0,87) + (2 \times 8,71 \times 0,74)} = 16,01 \text{ hari} \approx 17 \text{ hari}$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan durasi *crash* sebesar 17 hari lebih kecil dari perhitungan durasi *crash* sebelumnya 18 hari, maka durasi kegiatan dipercepat. Hasil selengkapnya perhitungan durasi percepatan akibat kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam untuk kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-3 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

5.4.5.2 Perhitungan Biaya Percepatan Kegiatan

Biaya percepatan adalah penjumlahan biaya kegiatan pada jam kerja normal dengan biaya kegiatan pada kerja lembur dan biaya kegiatan pada giliran kerja malam. Harga satuan pekerjaan untuk kerja lembur dan giliran kerja malam dapat dilihat pada Tabel 5.9.

$$\text{Biaya Normal} = JN \times Kp \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Normal}$$

$$\text{Biaya Lembur I} = JOT-I \times Kp \times F \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Overtime-I}$$

$$\text{Biaya Lembur II} = JOT-II \times Kp \times F \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Overtime-II}$$

$$\text{Biaya Giliran Kerja Malam} = JNS \times Kp \times Dc \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Night Shift}$$

$$\text{Biaya Percepatan} = \text{Biaya (Normal + Lembur I + Lembur II + Giliran Kerja Malam)}$$

Contoh perhitungan biaya percepatan adalah pada perhitungan biaya percepatan akibat kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam pada pekerjaan pasangan batu kali berikut ini :

Diketahui :

- Kapasitas produksi = 8,71 m³/jam
- Jam kerja normal = 7 jam/hari
- Harga satuan pekerjaan normal = Rp. 139.760,14 / m³
- Harga satuan pekerjaan kerja lembur I = Rp. 142.283,36 / m³

- Harga satuan pekerjaan kerja lembur II = Rp. 145.673,49 / m³
- Harga satuan pekerjaan *shift* malam = Rp. 141.310,53 / m³

Perhitungan biaya percepatan kegiatan untuk 4 jam lembur dan 1 jam giliran kerja malam sebagai berikut :

- Jumlah jam kerja per-hari = (jam kerja *day shift* + jam kerja lembur I + jam kerja lembur II + jam kerja *shift* malam) jam/hari
- Jumlah jam kerja per-hari = (7 + 2 + 2 + 1) = 12 jam/hari
- Durasi *crash* = 18 hari
- Biaya normal = 7 jam/hari x 8,71 m³/jam x 18 hari x Rp. 139.760,14/m³
= Rp. 153.336.839,61,-
- Biaya lembur I = 2 jam/hari x 8,71 m³/jam x 0,87 x 18 hari x Rp. 142.283,36/m³
= Rp. 38.803.285,79,-
- Biaya lembur II = 2 jam/hari x 8,71 m³/jam x 0,74 x 18 hari x Rp. 145.679,49/m³
= Rp. 33.791.493,94,-
- Biaya *shift* malam = 1 jam/hari x 8,71 m³/jam x 18 hari x Rp. 141.310,53/m³
= Rp. 22.148.262,80,-
- Biaya Percepatan = Biaya (Normal + Lembur I + Lembur II + *Night Shift*)
= Rp. (153.336.839,61 + 38.803.285,79 + 33.791.493,94 + 22.148.262,80)
= Rp. 248.079.882,14,-

Hasil selengkapnya perhitungan biaya percepatan akibat kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam untuk kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3-3 dan kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13c Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pemadatan Durasi Dengan Kombinasi III Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam

No.	Uraian	Day Shift (7-jam/hari)		3 JOT+1 JNS (11-jam/hari)		3 JOT+2 JNS (12-jam/hari)		3 JOT+3 JNS (13-jam/hari)	
		Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)
1	Mobilisasi	6,00	3.603.050,00	-	-	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyijapan badan jalan	3,00	2.493.833,31	2,00	3.932.850,25	-	-	-	-
3	Galian biasa	2,00	1.778.431,17	1,00	2.300.262,76	-	-	-	-
4	Galian batu	2,00	5.872.942,67	-	-	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	5,00	6.723.394,89	4,00	9.070.783,82	3,00	7.430.736,55	-	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	3,00	2.981.697,90	2,00	4.503.326,13	-	-	-	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	1,00	1.066.057,34	-	-	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	3,00	26.822.089,66	2,00	34.271.443,28	-	-	-	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	2,00	1.382.260,92	-	-	1,00	1.523.112,11	-	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	6,00	19.467.960,00	-	-	-	-	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	1,00	13.477.268,96	-	-	-	-	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	1,00	18.381.692,15	-	-	-	-	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	2,00	5.362.901,84	1,00	5.907.532,99	-	-	-	-
14	Lapis resap pengiklat	1,00	2.532.031,02	-	-	-	-	-	-
15	Aspal beton	1,00	51.368.404,13	-	-	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	1,00	27.338.790,92	-	-	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	4,00	31.484.147,02	3,00	40.498.023,64	-	-	2,00	32.155.329,45
18	Beton K-225 pada elevasi	17,00	127.349.018,55	11,00	130.767.184,03	10,00	130.253.182,39	-	-
19	Beton K-175 pada elevasi	1,00	3.956.181,81	-	-	-	-	-	-
20	Beton K-125	1,00	2.523.454,54	-	-	-	-	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	3,00	6.101.516,75	2,00	7.449.104,85	-	-	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	65,00	198.611.134,20	43,00	202.786.298,28	40,00	206.851.417,00	36,00	202.557.975,30
23	Fabrikasi dan pemasangan baja bang. Tg. Lt. 23 Kg/m ²	18,00	21.055.117,50	-	-	-	-	-	-
24	Peretakan elastomerik	8,00	12.723.000,00	-	-	-	-	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Elna Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m	30,00	376.175.235,82	21,00	394.313.060,18	19,00	390.799.188,33	17,00	380.119.052,70
26	Diafragma beton K-350	15,00	2.332.159,04	11,00	2.572.106,62	10,00	2.561.579,98	9,00	2.506.393,09
27	Bors Pile diameter 800 mm	6,00	43.557.682,02	4,00	45.700.828,43	-	-	-	-
28	Pasangan batu kali	28,00	238.032.343,15	19,00	244.027.698,23	18,00	253.332.397,97	16,00	244.871.688,47
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,00	7.606.087,31	-	-	-	-	-	-
30	Marka jalan	1,00	944.775,00	-	-	-	-	-	-
31	Patok penuntun	1,00	1.100.000,00	-	-	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	1,00	450.000,00	-	-	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	8,00	11.200.000,00	-	-	-	-	-	-

Tabel 5.13d Tabulasi Hasil Perhitungan Percepatan Durasi dan Biaya Kegiatan Akibat Pematatan Durasi Dengan Kombinasi IV Kerja Lembur dan Giliran Kerja Malam

No.	Uraian	Day Shift (7-jam/hari)		4 JOT+1 JNS (12-jam/hari)		4 JOT+2 JNS (13-jam/hari)	
		Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)	Durasi (hari)	Biaya (rupiah)
1	Mobilisasi	6.00	3,603,050.00	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	3.00	2,489,833.31	2.00	4,311,118.10	-	-
3	Galian biasa	2.00	1,778,431.17	1.00	2,514,533.23	-	-
4	Galian batu	2.00	5,872,942.67	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	5.00	6,723,394.89	3.00	7,439,000.56	-	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	3.00	2,981,697.90	2.00	4,925,003.74	-	-
7	Pematatan tanah dasar timbunan	1.00	1,066,057.34	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	3.00	26,822,089.66	2.00	36,992,318.68	-	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	2.00	1,382,280.92	-	-	1.00	1,681,327.66
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	6.00	19,462,960.00	-	-	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	1.00	13,477,268.96	-	-	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	1.00	16,381,692.15	-	-	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	2.00	5,362,901.84	1.00	6,397,462.27	-	-
14	Lapis resap pengikat	1.00	2,532,031.02	-	-	-	-
15	Aspal beton	1.00	51,368,404.13	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	1.00	27,338,790.92	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	4.00	31,484,147.02	3.00	43,425,667.30	-	-
18	Beton K-225 pada elevasi	17.00	127,349,018.55	11.00	140,271,675.04	10.00	138,875,446.95
19	Beton K-175 pada elevasi	1.00	3,958,181.81	-	-	-	-
20	Beton K-125	1.00	2,523,454.54	-	-	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	3.00	6,101,516.75	2.00	8,027,644.25	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	65.00	198,611,134.20	40.00	203,005,365.00	37.00	204,630,687.63
23	Fabrikasi dan pemasangan baja bang. Tg. Lt. 23 Kg/m2	18.00	21,055,117.50	-	-	-	-
24	Peretakan elastomerik	8.00	12,723,000.00	-	-	-	-
25	Gelagar beton pracetak Pre Cast standar Eima Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	30.00	376,175,235.82	19.00	381,975,565.19	18.00	394,123,564.53
26	Diaphragma beton K-350	15.00	2,332,159.04	10.00	2,507,315.31	9.00	2,457,554.89
27	Bore Pile diameter 800 mm	6.00	43,557,682.02	4.00	49,247,750.29	-	-
28	Pasangan batu kali	28.00	238,032,343.15	18.00	248,079,882.14	17.00	255,215,470.22
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1.00	7,606,087.31	-	-	-	-
30	Marka jalan	1.00	944,775.00	-	-	-	-
31	Patok penuntun	1.00	1,100,000.00	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	1.00	450,000.00	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	8.00	11,200,000.00	-	-	-	-

5.5. Durasi dan Biaya Total Normal Proyek

Biaya total dari sebuah proyek terdiri dari biaya langsung ("*direct cost*") dan biaya tidak langsung ("*indirect cost*"). *Direct costs* adalah biaya yang dibutuhkan oleh kegiatan-kegiatan untuk menyelesaikan pekerjaan fisik di lapangan, yang meliputi biaya untuk material, tenaga kerja dan peralatan. Jadi *direct cost* adalah jumlah dari seluruh biaya langsung dari kegiatan-kegiatan. Pada keadaan normal *direct cost* proyek penggantian jembatan Karanggayam adalah sebesar Rp. 1.275.851.660,- dan durasi normal proyek selama 103 hari.

Sedangkan biaya tidak langsung ("*indirect cost*") adalah biaya-biaya yang dibutuhkan untuk jalannya perusahaan (kontraktor) dan biaya-biaya ini tidak memiliki hubungan langsung dengan kegiatan-kegiatan tertentu dalam proyek atau proyek-proyek tertentu. Dalam penelitian ini diasumsikan besarnya *indirect cost* adalah sebesar 10% dari *direct cost* dalam keadaan normal. Maka didapat biaya tidak langsung sebesar $(\text{Rp. } 1.275.851.660 \times 10\%) = \text{Rp. } 127.585.166$, dengan biaya tidak langsung per-hari sebesar $(\text{Rp. } 127.585.166 / 103 \text{ hari}) = \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}$. Jadi biaya total normal proyek penggantian jembatan Karanggayam adalah jumlah *direct cost* dan *indirect cost*, yaitu sebesar $\text{Rp. } 1.275.851.660 + \text{Rp. } 127.585.166 = \text{Rp. } 1.403.436.826,-$

Sedangkan pada percepatan durasi proyek dengan penambahan waktu kerja per-hari dengan kerja lembur dan giliran kerja malam, diasumsikan terjadi kenaikan *indirect cost* per-hari sebesar 20%. Kenaikkan ini disebabkan karena bertambahnya biaya untuk gaji lembur *site engineer* (pengawas lapangan), listrik (generator) untuk tambahan penerangan dan biaya tambahan makan dan minum khususnya pada kerja

lembur pada pekerjaan pengecoran. Maka penambahan *indirect cost* per-hari pada keadaan percepatan durasi proyek sebesar (Rp. 1.238.691/hari x 20%) = Rp.247.738/hari. Jadi besarnya *indirect cost* pada percepatan durasi dengan penambahan waktu kerja per-hari adalah sebesar :

$$\text{Indirect Cost} = (\text{indirect cost normal per-hari} \times \text{durasi crash}) + (\text{indirect cost crash per-hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash}))$$

5.6 Pelaksanaan dan Hasil Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek

Pada studi kasus ini, diasumsikan atas permintaan pihak pemilik proyek (Pemda DIY) meminta kepada pihak kontraktor pelaksana untuk menyelesaikan pekerjaan proyek penggantian jembatan Karanggayam dalam waktu maksimal 90 hari dengan biaya seminimal mungkin. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dilakukan dengan mempercepat durasi proyek dengan 5 macam metode pemadatan durasi. Kemudian setelah dilakukan percepatan kemudian dilakukan optimalisasi dari setiap metode pemadatan durasi tersebut dengan menggunakan metode *simulated annealing*, tujuannya adalah untuk mendapatkan durasi proyek yang paling singkat dengan menaikkan biaya proyek seminimal mungkin.

Sebelum dilakukan proses optimalisasi dengan program *Anneal5.EXE*, terlebih dahulu dilakukan formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi kegiatan kedalam *Worksheet MS. Excel*. Pada formulasi data-data ini, setiap data hasil perhitungan durasi dan biaya percepatan dengan 5 metode pemadatan durasi disimpan dalam *file* yang berbeda-beda. Untuk setiap metode pemadatan durasi mempunyai dua *file*, yaitu *file base* yang berisi berkas data diagram jaringan CPM dan *file crash*

yang berisi data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal serta durasi dan biaya setelah dilakukan percepatan.

Untuk menentukan seberapa singkat durasi proyek dapat dipersingkat, dilakukan optimalisasi dari setiap metode pemadatan durasi kegiatan. Optimalisasi dilakukan dengan 5 kali proses optimalisasi dengan parameter-parameter sebagai berikut : 1) durasi proyek diharapkan = 90 hari, 2) probabilitas awal = 0,5, 3) probabilitas akhir = 0,000001 dan 4) jumlah siklus iterasi = 500 kali.

Penentuan parameter tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut : durasi proyek diharapkan akan menjadi fungsi kendala yang membatasi optimalisasi, dimana konfigurasi kegiatan proyek (diagram jaringan CPM) yang dihitung sebagai disain yang memenuhi fungsi kendala harus memiliki durasi total lebih kecil atau sama dengan durasi yang diharapkan. Jumlah siklus iterasi sebesar 500 kali berarti algoritma *simulated annealing* akan terdiri dari 500 proses iterasi dengan nilai temperatur sistem yang berbeda-beda dan menurun secara kontinu. Probabilitas awal sebesar 0,5 dan probabilitas akhir sebesar 0,000001 (1×10^{-6}), berarti algoritma memiliki peluang sebesar 0,5 pada tahap awal optimalisasi untuk menerima disain yang lebih buruk sebagai disain baru. Peluang ini menurun secara kontinu, sampai pada saat iterasi mendekati selesai, probabilitas untuk menerima disain yang lebih buruk hanya sebesar 0,000001.

Penentuan nilai probabilitas awal dan akhir ini didasarkan pada hasil penelitian Balling, dimana nilai probabilitas awal harus cukup besar dan mendekati 1 yang dalam penelitian Balling tersebut ditentukan nilai probabilitas awal adalah sebesar 0,5. Sedangkan untuk nilai probabilitas akhir ditentukan mendekati 0, dalam

penelitian Balling nilai probabilitas akhir ditentukan adalah sebesar 1×10^{-8} . Dalam penelitian kali ini, penentuan nilai probabilitas akhir dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan dari program *Anneal5.exe* dalam membaca nilai parameter probabilitas akhir.

5.6.1 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kerja Lembur (“Overtime”)

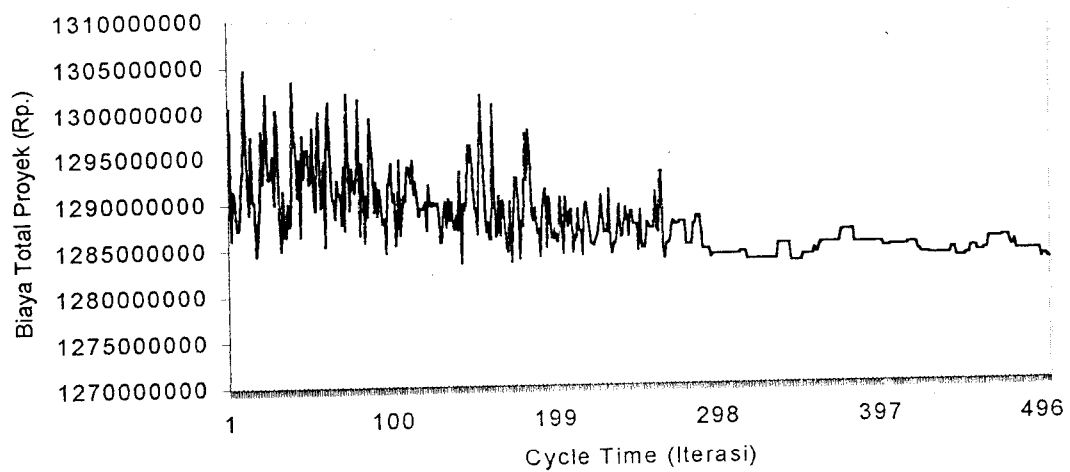
Formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan kerja lembur kedalam *Worksheet MS. Excel* disimpan dalam *file* CPM_1. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data CPM_1 dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.14 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 1

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	<i>Direct Cost</i> (Rp.)	Durasi (hari)	<i>Direct Cost</i> (Rp.)
1	90	1,283,142,222	90	1,283,142,222
2	90	1,283,142,222	90	1,283,046,985
3	90	1,283,046,985	90	1,283,046,985
4	90	1,283,046,985	90	1,283,046,985
5	90	1,283,142,222	90	1,283,046,985

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi dan biaya proyek yang paling optimal akibat percepatan dengan kerja lembur ini adalah sebesar 90 hari dengan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.283.046.985,- pada eksekusi ke-2. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(90 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103-90) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 114.702.781,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.283.046.985 + \text{Rp. } 114.702.781 = \text{Rp. } 1.397.749.765,-$. Untuk hasil

eksekusi berkas data CPM-1 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Kurva hubungan siklus iterasi dengan hasil optimalisasi eksekusi ke-2 berkas data CPM_1 dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan diagram CPM hasil dari *best result* pada eksekusi ke-2 berkas data CPM_1 dapat dilihat pada Tabel 5.15.



Gambar 5.5 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_1

Tabel 5.15 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-2 Berkas Data CPM_1

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1	2- 3	6	6	12	6	12	19,462,960	*
2	3- 4	4	12	16	12	16	44,841,612	*
3	4- 5	13	16	29	16	29	128,595,264	*
4	5- 6	1	29	30	29	30	2,523,455	*
5	6- 7	1	30	31	30	31	3,958,182	*
6	7- 8	8	31	39	31	39	12,723,000	*
7	8- 9	27	39	66	39	66	380,660,128	*
8	9- 22	11	66	77	66	77	2,512,416	*
9	22- 23	4	77	81	77	81	31,484,147	*
10	23- 24	1	81	82	81	82	51,368,404	*
11	24- 27	8	82	90	82	90	11,200,000	*
12	2- 10	3	6	9	9	12	2,493,833	
13	10- 11	2	9	11	69	71	1,382,261	
14	11- 12	1	11	12	71	72	1,066,057	
15	12- 13	3	12	15	72	75	26,822,090	
16	13- 14	1	15	16	75	76	18,381,692	
17	14- 15	1	16	17	76	77	13,477,269	
18	15- 16	1	17	18	77	78	2,532,031	
19	16- 17	1	18	19	78	79	27,338,791	
20	17- 23	2	19	21	79	81	5,362,902	
21	10- 5	3	9	12	26	29	6,101,517	
22	10- 22	65	9	74	12	77	198,611,134	
23	10- 23	28	9	37	53	81	238,032,343	
24	2- 18	5	6	11	21	26	6,723,395	
25	18- 5	3	11	14	26	29	2,981,698	
26	2- 15	2	6	8	26	28	1,778,431	
27	19- 20	2	8	10	28	30	5,872,943	
28	20- 5	0	10	10	30	30		
29	20- 21	1	9	10	87	88	7,606,087	
30	21- 26	1	10	11	88	89	1,100,000	
31	9- 25	18	66	84	70	88	21,055,118	
32	25- 26	1	84	85	88	89	450,000	
33	26- 27	1	85	86	89	90	944,775	

Project Duration = 90.00

Project Cost = 1,283,046,985.00

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikkan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	1,283,930	2
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	1,246,245	4
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	4,484,892	3
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	180,256	4
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expantion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,087	1	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunton	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikkan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	7,195,325			
Direct Cost Total	1,283,046,985			

5.6.2 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Giliran Kerja Malam ("*Night Shift*")

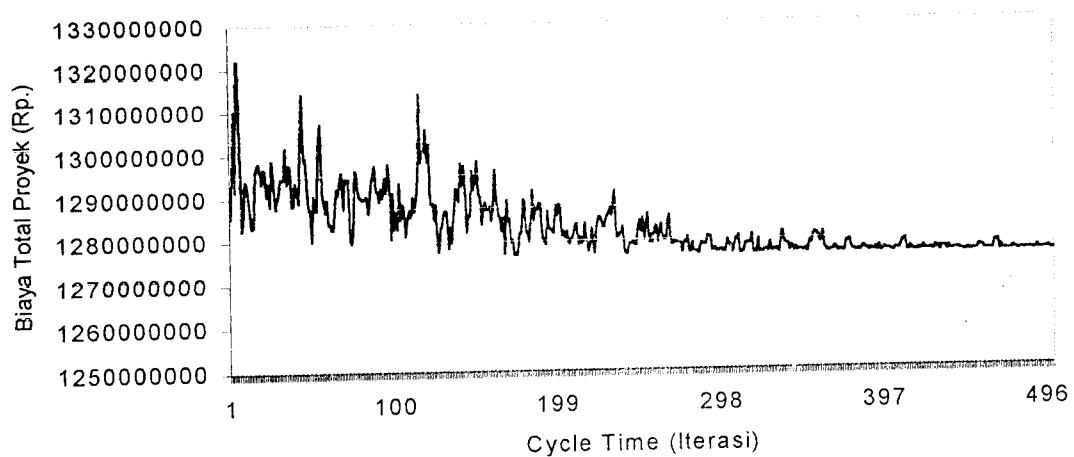
Formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan giliran kerja malam kedalam *Worksheet MS. Excel* disimpan dalam *file CPM_2*. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data *CPM_2* dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.16 Hasil Eksekusi Berkas Data *CPM_2*

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	89	1,277,432,504	88	1,276,016,535
2	88	1,276,346,098	88	1,275,939,745
3	90	1,276,761,881	88	1,275,939,745
4	90	1,276,198,221	88	1,275,939,745
5	89	1,276,622,978	88	1,275,939,745

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi dan biaya proyek yang paling optimal akibat percepatan dengan kerja lembur ini adalah sebesar 88 hari dengan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.275.939.745,- pada eksekusi ke-2. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(88 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103 - 88) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 112.720.875,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.275.939.745 + \text{Rp. } 112.720.875 = \text{Rp. } 1.388.660.620,-$. Untuk hasil eksekusi berkas data *CPM_2* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Kurva hubungan siklus iterasi dengan hasil optimalisasi pada eksekusi ke-2 berkas data

CPM_2 dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan diagram CPM hasil dari *best result* pada eksekusi ke-2 berkas data CPM_2 dapat dilihat pada Tabel 5.17.



Gambar 5.6 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_2

Tabel 5.17 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-2 Berkas Data CPM_2

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34
 First node is : 1
 Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1	2- 3	6	6	12	6	12	19,462,960	*
2	3- 4	6	12	18	12	18	43,557,682	*
3	4- 5	17	18	35	18	35	127,349,019	*
4	5- 6	1	35	36	35	36	2,523,455	*
5	6- 7	1	36	37	36	37	3,958,182	*
6	7- 8	8	37	45	37	45	12,723,000	*
7	8- 9	21	45	66	45	66	376,191,328	*
8	9- 22	9	66	75	66	75	2,404,151	*
9	22- 23	4	75	79	75	79	31,484,147	*
10	23- 24	1	79	80	79	80	51,368,404	*
11	24- 27	8	80	88	80	88	11,200,000	*
12	2- 10	3	6	9	7	10	2,493,833	
13	10- 11	2	9	11	67	69	1,382,261	
14	11- 12	1	11	12	69	70	1,066,057	
15	12- 13	3	12	15	70	73	26,822,090	
16	13- 14	1	15	16	73	74	18,381,692	
17	14- 15	1	16	17	74	75	13,477,269	
18	15- 16	1	17	18	75	76	2,532,031	
19	16- 17	1	18	19	76	77	27,338,791	
20	17- 23	2	19	21	77	79	5,362,902	
21	10- 5	3	9	12	32	35	6,101,517	
22	10- 22	65	9	74	10	75	198,611,134	
23	10- 23	28	9	37	51	79	238,032,343	
24	2- 18	5	6	11	27	32	6,723,395	
25	18- 5	3	11	14	32	35	2,981,698	
26	2- 19	2	6	8	31	33	1,778,431	
27	19- 20	2	8	10	33	35	5,872,943	
28	20- 5	0	10	10	35	35		
29	20- 21	1	10	11	85	86	7,606,087	
30	21- 26	1	11	12	86	87	1,100,000	
31	9- 25	18	66	84	68	86	21,055,118	
32	25- 26	1	84	85	86	87	450,000	
33	26- 27	1	85	86	87	88	944,775	

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikkan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	0	0
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	16,092	9
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	71,992	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expansion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,087	1	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunton	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikkan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	88,085			
Direct Cost Total	1,275,939,745			

Project Duration = 88.00
 Project Cost = 1,275,939,745.00

5.6.3 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Penambahan Tenaga Kerja

Formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja kedalam *Worksheet MS. Excel* disimpan dalam *file CPM_7*. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data *CPM_7* dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.18 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 7

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	103	1,275,744,320	103	1,275,744,320
2	103	1,275,744,320	103	1,275,744,320
3	103	1,275,744,320	103	1,275,744,320
4	103	1,275,744,320	103	1,275,744,320
5	103	1,275,744,320	103	1,275,744,320

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi proyek yang paling optimal akibat percepatan dengan kerja lembur ini adalah sebesar 103 hari dengan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.275.744.320,-. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar (103 hari x Rp. 1.238.691/hari) = Rp. 127.585.166,-. Jadi biaya total proyek adalah sebesar Rp. 1.275.744.320 + Rp. 127.585.166 = Rp. 1.403.329.486,-.

Pada proses optimalisasi ini tidak menghasilkan percepatan durasi proyek, walaupun pada pemecahan permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek dengan metode *simulated annealing* ini, seluruh kegiatan dalam proyek diasumsikan dapat dilakukan percepatan dan mempunyai peluang yang sama untuk menghasilkan percepatan durasi dan biaya proyek yang optimal. Hal ini dikarenakan kegiatan-

kegiatan yang dapat dilakukan pemadatan durasi dengan penambahan tenaga kerja adalah hanya pada kegiatan penulangan polos dan penulangan ulir. Sedangkan pekerjaan penulangan polos dan ulir tersebut dalam diagram jaringan CPM proyek jembatan Karanggayam tidak berada pada jalur kritis. Walaupun tidak dapat menghasilkan percepatan durasi proyek, tetapi dari hasil optimalisasi didapatkan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.403.329.486,- lebih kecil dari biaya langsung normal proyek sebesar Rp. 1.403.436.826,-. Untuk hasil eksekusi berkas data CPM_7 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Diagram CPM hasil dari *best result* pada eksekusi ke-1 berkas data CPM_7 dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_7

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1	2- 3	6	6	12	6	12	19,462,960	*
2	3- 4	6	12	18	12	18	43,557,682	*
3	4- 5	17	18	35	18	35	127,349,019	*
4	5- 6	1	36	36	36	36	2,523,455	*
5	6- 7	1	36	37	36	37	3,958,182	*
6	7- 8	8	37	45	37	45	12,723,000	*
7	8- 9	21	45	66	45	66	376,175,236	*
8	9- 22	9	66	75	66	75	2,332,159	*
9	22- 23	4	75	79	75	79	31,484,147	*
10	23- 24	1	79	80	79	80	51,368,404	*
11	24- 27	8	80	88	80	88	11,200,000	*
12	2- 10	3	6	9	7	10	2,493,833	*
13	10- 11	2	9	11	67	69	1,382,261	*
14	11- 12	1	11	12	69	70	1,066,057	*
15	12- 13	3	12	15	70	73	26,822,090	*
16	13- 14	1	15	16	73	74	18,381,692	*
17	14- 15	1	16	17	74	75	13,477,269	*
18	15- 16	1	17	18	75	76	2,532,031	*
19	16- 17	1	18	19	76	77	27,338,791	*
20	17- 23	2	19	21	77	79	5,362,902	*
21	10- 5	3	9	12	32	35	6,101,517	*
22	10- 22	23	9	74	10	75	198,503,794	*
23	10- 23	28	9	37	51	79	238,032,343	*
24	2- 18	5	6	11	27	32	6,723,395	*
25	13- 5	3	11	14	32	35	2,981,698	*
26	2- 19	2	6	8	31	33	1,778,431	*
27	19- 20	2	8	10	33	35	5,872,943	*
28	20- 5	0	10	10	35	35		
29	20- 21	1	10	11	85	86	7,606,087	*
30	21- 26	1	11	12	86	87	1,100,000	*
31	9- 25	18	66	84	68	86	21,055,118	*
32	25- 26	1	84	85	86	87	450,000	*
33	26- 27	1	85	86	87	88	944,775	*

Project Duration = 103.00

Project Cost = 1,275,744,320.00

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	0	0
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	0	9
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	0	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expansion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,511,134	65	-107,340	42
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,087	1	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penuntun	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	-107,340			
Direct Cost Total	1,275,744,320			

5.6.4 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Penggantian dan Penambahan Alat

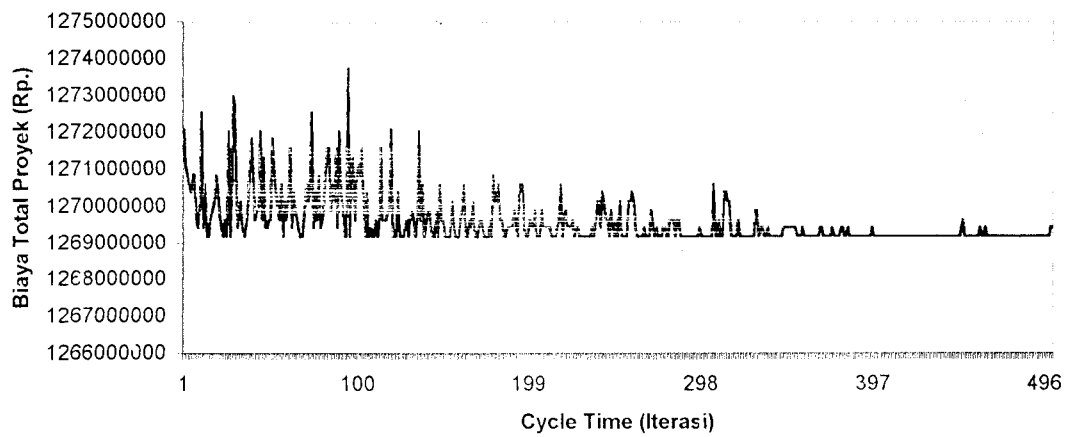
Formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan penggantian dan penambahan alat kedalam *Worksheet MS. Excel* disimpan dalam file CPM_8. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data CPM_8 dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.20 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 8

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	90	1,269,164,312	90	1,269,164,312
2	90	1,269,164,312	90	1,269,164,312
3	90	1,269,164,312	90	1,269,164,312
4	90	1,269,164,312	90	1,269,164,312
5	90	1,269,164,312	90	1,269,164,312

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi dan biaya proyek yang paling optimal akibat percepatan dengan kerja lembur ini adalah sebesar 90 hari dengan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.269.164.312,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(90 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) = \text{Rp. } 111.482.184,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.269.164.312 + \text{Rp. } 111.482.184 = \text{Rp. } 1.380.646.496,-$. Untuk hasil eksekusi berkas data CPM_8 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Kurva hubungan siklus iterasi dengan hasil optimalisasi pada eksekusi ke-1 berkas data CPM_8 dapat dilihat pada Gambar

5.7 dan diagram CPM hasil dari *best result* pada eksekusi ke-1 berkas data CPM_8 dapat dilihat pada Tabel 5.21.



Gambar 5.8 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_8

Tabel 5.21 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_8

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1	2- 3	6	6	12	6	12	19,462,930	*
2	3- 4	6	12	18	12	18	43,557,682	*
3	4- 5	6	18	24	18	24	126,368,336	*
4	5- 6	1	24	25	24	25	2,523,455	*
5	6- 7	1	25	26	25	26	3,958,182	*
6	7- 8	8	26	34	26	34	12,723,000	*
7	8- 9	30	34	64	34	64	376,175,236	*
8	9- 22	15	64	79	64	79	2,332,159	*
9	22- 23	2	79	81	79	81	31,322,456	*
10	23- 24	1	81	82	81	82	51,368,404	*
11	24- 27	8	82	90	82	90	11,200,000	*
12	2- 10	3	6	9	11	14	2,493,833	
13	10- 11	2	9	11	71	73	1,382,261	
14	11- 12	1	11	12	73	74	1,066,057	
15	12- 13	2	12	14	74	76	25,116,358	
16	13- 14	1	14	15	76	77	18,381,692	
17	14- 15	1	15	16	77	78	13,477,269	
18	15- 16	1	16	17	78	79	2,532,031	
19	16- 17	1	17	18	79	80	27,338,791	
20	17- 23	1	18	19	80	81	4,904,093	
21	10- 5	3	9	12	21	24	6,101,517	
22	10- 22	65	9	74	14	79	198,611,134	
23	10- 23	7	9	16	74	81	238,032,343	
24	2- 18	4	6	10	18	22	4,566,189	
25	18- 5	2	10	12	22	24	2,017,799	
26	2- 19	1	6	7	21	22	1,529,103	
27	19- 20	2	7	9	22	24	5,872,943	
28	20- 5	0	9	9	24	24		
29	20- 21	1	9	10	87	88	7,606,088	
30	21- 26	1	10	11	88	89	1,100,000	
31	9- 25	18	64	82	70	88	21,055,118	
32	25- 26	1	82	83	88	89	450,000	
33	26- 27	1	83	84	89	90	944,775	

Project Duration = 90.00

Project Cost = 1269164312.000

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikkan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah.	19,462,930	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	-990,683	11
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	0	0
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	0	0
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	-161,691	2
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expantion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyipapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pemasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	-1,705,732	1
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	-458,809	1
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	21
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	-2,157,206	1
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	-963,899	1
Galian biasa	1,778,431	2	-249,328	1
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,087	0	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunton	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan				
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikkan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	-6,687,348			
Direct Cost Total	1,269,164,312			

5.6.5 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kombinasi Kerja Lembur (“*Overtime*”) dan Giliran Kerja Malam (“*Night Shift*”)

Dalam formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan kombinasi kerja lembur dan giliran kerja malam kedalam *Worksheet MS. Excel* ini, terdiri dari 4 macam kombinasi dan disimpan dalam *file* CPM_3, CPM_4, CPM_5 dan CPM_6. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data CPM_3, CPM_4, CPM_5 dan CPM_6 dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) Kombinasi I (7jam kerja normal + 1jam lembur + (1jam, 2jam, 3jam, ..., 5jam) giliran kerja malam)

Tabel 5.22 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_3

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	89	1,279,948,875	89	1,279,718,297
2	87	1,282,727,160	89	1,279,718,297
3	89	1,280,587,136	90	1,279,759,352
4	89	1,279,718,297	89	1,279,718,297
5	89	1,281,302,385	89	1,279,718,297

- 2) Kombinasi II (7jam kerja normal + 2jam lembur + (1jam, 2jam, ..., 4jam) giliran kerja malam)

Tabel 5.23 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM_4

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	90	1,278,471,187	87	1,278,284,766

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
2	90	1,278,471,187	87	1,278,284,766
3	86	1,279,479,233	87	1,278,284,766
4	90	1,279,973,214	87	1,278,284,766
5	87	1,279,155,844	87	1,278,284,766

3) Kombinasi III (7jam kerja normal + 3jam lembur + (1jam, 2jam, 3jam) giliran kerja malam)

Tabel 5.24 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 5

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	87	1,280,176,263	90	1,278,930,060
2	85	1,291,461,893	90	1,278,930,060
3	90	1,278,930,060	90	1,278,930,060
4	90	1,279,795,465	90	1,278,930,060
5	90	1,279,451,892	90	1,278,930,060

4) Kombinasi IV (7jam kerja normal + 4jam lembur + (1jam, 2jam) giliran kerja malam)

Tabel 5.25 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 6

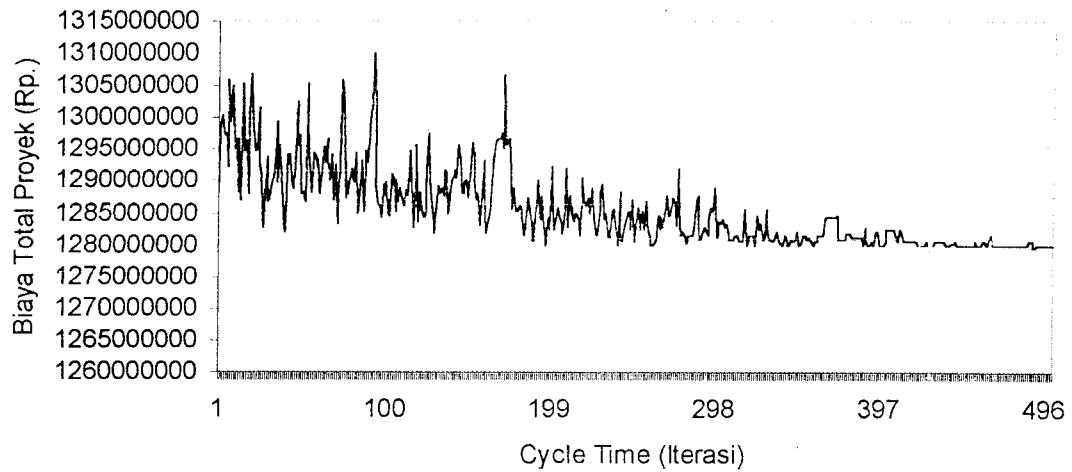
Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)	Durasi (hari)	Direct Cost (Rp.)
1	87	1,283,601,796	87	1,281,781,373
2	90	1,287,782,538	87	1,281,781,373
3	87	1,283,601,796	87	1,281,781,373
4	90	1,287,782,538	87	1,281,781,373
5	90	1,287,782,538	87	1,281,781,373

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi dan biaya proyek yang paling optimal untuk :

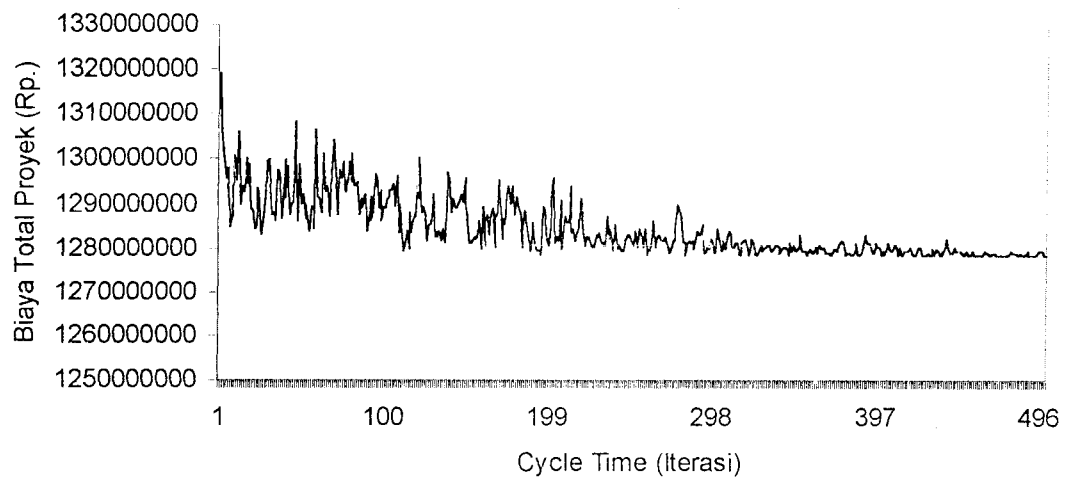
- Kombinasi I durasi proyek = 89 hari dengan biaya langsung proyek Rp. 1.279.718.297,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(89 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103-89) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 113.711.828,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.279.718.297 + \text{Rp. } 113.711.828 = \text{Rp. } 1.393.430.124,-$.
- Kombinasi II durasi proyek = 87 hari dengan biaya langsung proyek Rp. 1.278.284.766,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(87 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103-87) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 111.729.922,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.278.284.766 + \text{Rp. } 111.729.922 = \text{Rp. } 1.390.014.688,-$.
- Kombinasi III durasi proyek = 90 hari dengan biaya langsung proyek Rp. 1.278.930.060,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(90 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103-90) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 114.702.780,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.278.930.060 + \text{Rp. } 114.702.780 = \text{Rp. } 1.393.632.840,-$.
- Kombinasi IV durasi proyek = 87 hari dengan biaya langsung proyek Rp. 1,281,781,373,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar $(87 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.238.691/\text{hari}) + ((103-87) \text{ hari} \times \text{Rp. } 247.738/\text{hari}) = \text{Rp. } 111.729.922,-$. Jadi biaya total proyek adalah sebesar $\text{Rp. } 1.281.781.373 + \text{Rp. } 111.729.922 = \text{Rp. } 1.393.511.295,-$.

Untuk hasil eksekusi berkas data CPM_3, CPM_4, CPM_5 dan CPM_6 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Kurva hubungan siklus iterasi dengan hasil optimalisasi berkas data CPM_3, CPM_4, CPM_5 dan CPM_6 dapat dilihat pada

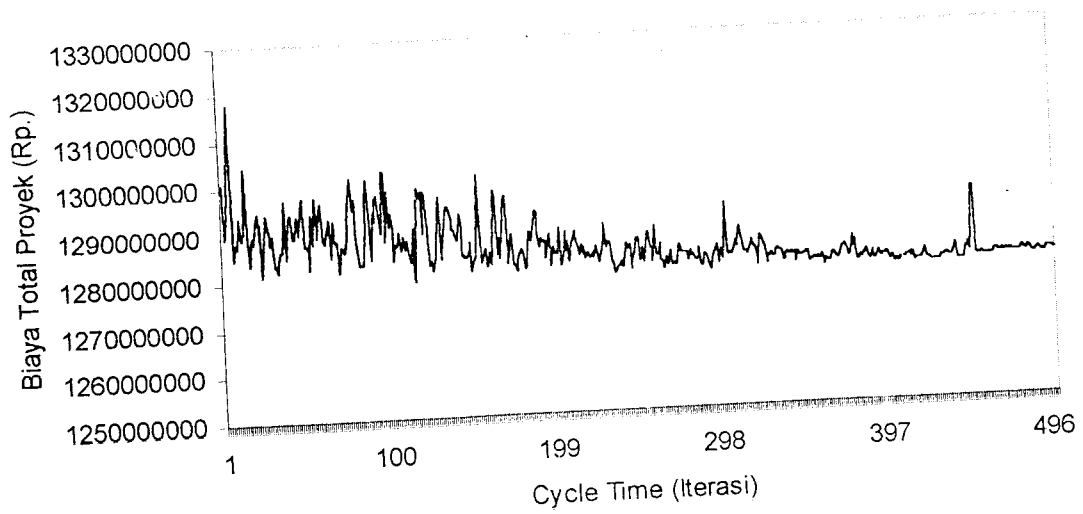
Gambar 5.9, 5.10, 5.11 dan 5.12. Diagram CPM hasil *best result* berkas data CPM_3, CPM_4, CPM_5 dan CPM_6 dapat dilihat pada Tabel 5.26, 5.27, 5.28 dan 5.29.



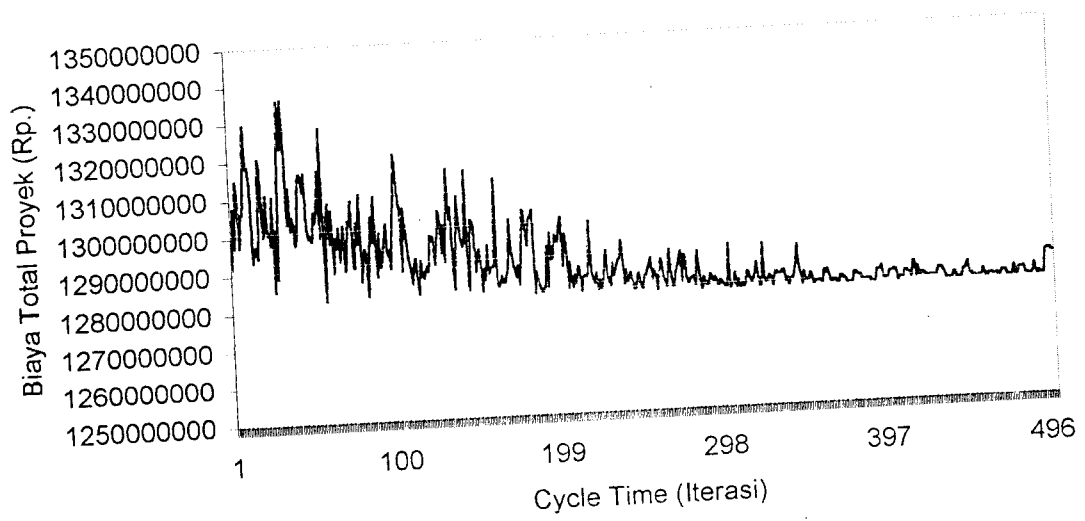
Gambar 5.9 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_3



Gambar 5.10 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_4



Gambar 5.11 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_5



Gambar 5.12 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_6

Tabel 5.26 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_3

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of tasks : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1-2	6	0	6	0	6	3,503,050	"
1	2-3	6	6	12	6	12	19,462,980	"
2	3-4	6	12	18	12	18	43,557,682	"
3	4-5	9	18	27	18	27	131,168,606	"
4	5-6	1	27	28	27	28	2,523,455	"
5	6-7	1	26	29	29	29	3,358,182	"
6	7-8	8	29	37	29	37	12,723,000	"
7	3-9	30	37	67	37	67	376,175,236	"
8	3-9	9	67	76	67	76	2,379,206	"
9	22-23	4	76	80	76	80	31,484,147	"
10	23-24	1	80	81	80	81	51,368,404	"
11	24-27	8	81	89	81	89	11,200,000	"
12	2-10	3	6	9	8	11	2,493,833	"
13	10-11	2	9	11	68	70	1,382,261	"
14	11-12	1	11	12	73	71	1,366,057	"
15	12-13	3	12	15	71	74	26,322,090	"
16	13-14	1	15	16	74	75	18,381,692	"
17	14-15	1	16	17	75	76	13,477,269	"
18	15-16	1	17	18	75	77	2,532,031	"
19	16-17	1	18	19	77	78	27,338,791	"
20	17-23	2	19	21	78	80	5,362,902	"
21	10-5	3	9	12	24	27	6,101,517	"
22	10-22	65	9	74	11	76	98,511,134	"
23	10-23	28	9	37	52	80	238,032,343	"
24	2-8	5	6	11	19	24	6,723,395	"
25	18-5	3	11	14	24	27	2,381,696	"
26	2-9	2	6	8	23	25	1,778,431	"
27	19-20	2	8	10	25	27	5,372,943	"
28	20-5	0	10	10	27	27	7,506,086	"
29	20-21	1	10	11	83	87	1,100,000	"
30	21-26	1	11	12	87	88	21,055,118	"
31	9-25	18	67	85	69	87	450,000	"
32	25-26	1	85	86	87	88	344,775	"
33	26-27	1	86	87	83	89	344,775	"

Project Duration = 89.00

Project Cost = 1,279,718,297.00

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pemotongan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,980	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	3,899,599	8
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,132	1	0	0
Paralelkan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	0	0
Ditragma beton kelas K-350	2,332,159	15	47,046	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expansion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapar badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pamotongan pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,366,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,322,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	13,361,632	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pemtesian dengan tular gar polos	6,101,517	3	0	0
Pemtesian dengan tular gar ulir	193,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	233,032,343	28	0	0
Galian knstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	5,723,395	5	0	0
Galian knstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,961,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dijrmy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,037	1	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunjang	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	94,775	1	0	0
Marka jalan	94,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek:	1,275,851,650			
Kenaikan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	3,866,636			
Direct Cost Total	1,279,718,287			

Tabel 5.27 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_4

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0 1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1 2- 3	6	6	12	10	16	19,462,960	
2 3- 4	6	12	18	14	20	43,557,682	
3 4- 5	17	18	35	20	37	127,349,019	
4 5- 6	1	35	36	37	38	2,523,455	
5 6- 7	1	36	37	38	39	3,958,182	
6 7- 8	8	37	45	39	47	12,723,000	
7 8- 9	18	45	63	47	65	378,586,240	
8 9- 22	9	63	72	65	74	2,354,260	
9 22- 23	4	74	78	74	78	31,484,147	*
10 23- 24	1	78	79	78	79	51,368,404	*
11 24- 27	8	79	87	79	87	11,200,000	*
12 2- 10	3	6	9	6	9	2,493,833	*
13 10- 11	2	9	11	66	68	1,382,261	
14 11- 12	1	11	12	68	69	1,066,057	
15 12- 13	3	12	15	69	72	26,822,090	
16 13- 14	1	15	16	72	73	18,381,692	
17 14- 15	1	16	17	73	74	13,477,269	
18 15- 16	1	17	18	74	75	2,532,031	
19 16- 17	1	18	19	75	76	27,338,791	
20 17- 23	2	19	21	76	78	5,362,902	
21 10- 5	3	9	12	34	37	6,101,517	
22 10- 22	65	9	74	9	74	198,611,134	*
23 10- 23	28	9	37	50	78	238,032,343	
24 2- 18	5	6	11	29	34	6,723,395	
25 18- 5	3	11	14	34	37	2,981,698	
26 2- 19	2	6	8	33	35	1,778,431	
27 19- 20	2	8	10	35	37	5,872,943	
28 20- 5	0	10	10	37	37		
29 20- 21	1	10	11	84	85	7,606,088	
30 21- 26	1	11	12	85	86	1,100,000	
31 9- 25	18	63	81	67	85	21,055,118	
32 25- 26	1	81	82	85	86	450,000	
33 26- 27	1	82	83	86	87	944,775	

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	0	0
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	2,411,004	12
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	22,101	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expantion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,088	0	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunton	21,055,118	18	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan				
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	2,433,106			
Direct Cost Total	1,278,284,766			

Project Duration = 87.00

Project Cost = 1,278,284,766.00

Tabel 5.28 Diagram CPM hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_5

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1- 2	6	0	6	3	9	3,603,050	
1	2- 3	6	6	12	8	14	19,462,960	
2	3- 4	6	12	18	12	18	43,557,682	*
3	4- 5	10	18	28	18	28	130,253,184	*
4	5- 6	1	28	29	28	29	2,523,455	*
5	6- 7	1	29	30	29	30	3,958,182	*
6	7- 8	8	30	38	30	38	12,723,000	*
7	8- 9	30	38	68	38	68	376,175,236	*
8	9- 22	9	68	77	68	77	2,506,393	*
9	22- 23	4	77	81	77	81	31,484,147	*
10	23- 24	1	81	82	81	82	51,368,404	*
11	24- 27	8	82	90	82	90	11,200,000	*
12	2- 10	3	6	9	9	12	2,493,833	
13	10- 11	2	9	11	69	71	1,382,261	
14	11- 12	1	11	12	71	72	1,066,057	
15	12- 13	3	12	15	72	75	26,822,090	
16	13- 14	1	15	16	75	76	18,381,692	
17	14- 15	1	16	17	76	77	13,477,269	
18	15- 16	1	17	18	77	78	2,532,031	
19	16- 17	1	18	19	78	79	27,338,791	
20	17- 23	2	19	21	79	81	5,362,902	
21	10- 5	3	9	12	25	28	6,101,517	
22	10- 22	65	9	74	12	77	198,611,134	
23	10- 23	28	9	37	53	81	238,032,343	
24	2- 18	5	6	11	20	25	6,723,395	
25	18- 5	3	11	14	25	28	2,981,698	
26	2- 19	2	6	8	24	26	1,776,431	
27	19- 20	2	8	10	26	28	5,872,943	
28	20- 5	0	10	10	28	28	7,606,088	
29	20- 21	1	10	11	87	88	1,100,000	
30	21- 26	1	11	12	88	89	21,055,118	
31	9- 25	18	68	86	70	88	450,000	
32	25- 26	1	86	87	88	89	944,775	
33	26- 27	1	87	88	89	90	944,775	

Project Duration = 90.00

Project Cost = 1,278,930,060.00

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikkan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	2,904,165	7
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	0	0
Diafragma beton kelas K-350	2,332,159	15	174,234	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expantion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,776,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	7,606,087	0	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1,100,000	1	0	0
Patok penunton	21,055,118	18	0	0
Tab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	450,000	1	0	0
Rambu jalan tunggal	944,775	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikkan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	3,078,400			
Direct Cost Total	1,278,930,060			

Tabel 5.29 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_6

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK I - J	DUR	ES	EF	LS	LF	COST	Critical
0 1- 2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1 2- 3	6	6	12	9	15	19,462,960	
2 3- 4	6	12	18	13	19	43,557,682	
3 4- 5	17	18	35	19	36	127,349,019	
4 5- 6	1	35	36	36	37	2,523,455	
5 6- 7	1	36	37	37	38	3,958,182	
6 7- 8	8	37	45	38	46	12,723,000	
7 8- 9	19	45	64	46	65	381,979,552	
8 9- 22	9	64	73	65	74	2,457,555	
9 22- 23	4	74	78	74	78	31,484,147	*
10 23- 24	1	78	79	78	79	51,368,404	*
11 24- 27	8	79	87	79	87	11,200,000	*
12 2- 10	3	6	9	6	9	2,493,833	*
13 10- 11	2	9	11	66	68	1,382,261	
14 11- 12	1	11	12	68	69	1,066,057	
15 12- 13	3	12	15	69	72	26,822,090	
16 13- 14	1	15	16	72	73	18,381,692	
17 14- 15	1	16	17	73	74	13,477,269	
18 15- 16	1	17	18	74	75	2,532,031	
19 16- 17	1	18	19	75	76	27,338,791	
20 17- 23	2	19	21	76	78	5,362,902	
21 10- 5	3	9	12	33	36	6,101,517	
22 10- 22	65	9	74	9	74	198,611,134	*
23 10- 23	28	9	37	50	78	238,032,343	
24 2- 18	5	6	11	28	33	6,723,395	
25 18- 5	3	11	14	33	36	2,981,698	
26 2- 19	2	6	8	32	34	1,778,431	
27 19- 20	2	8	10	34	36	5,872,943	
28 20- 5	0	10	10	36	36		
29 20- 21	1	10	11	84	85	7,606,087	
30 21- 26	1	11	12	85	86	1,100,000	
31 9- 25	18	64	82	67	85	21,055,118	
32 25- 26	1	82	83	85	86	450,000	
33 26- 27	1	83	84	86	87	944,775	

Project Duration = 87.00

Project Cost = 1,281,781,373.00

Uraian	Biaya Normal	Durasi Normal	Kenaikan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia. 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	0	0
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Bina Marga	376,175,236	30	5,804,316	11
Diaphragma beton kelas K-350	2,332,159	15	125,396	6
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	0	0
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expansion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	0	0
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis pondasi agregat kelas A	13,477,269	1	0	0
Lapis resap pengikat	2,532,031	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	27,338,791	1	0	0
Lapis perekat aspal emulsi	5,362,902	2	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	6,101,517	3	0	0
Pembesian dengan tulangan ulir	198,611,134	65	0	0
Pasangan batu kali	238,032,343	28	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6,723,395	5	0	0
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2,981,698	3	0	0
Galian biasa	1,778,431	2	0	0
Galian batu	5,872,943	2	0	0
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)		0	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	7,606,087	1	0	0
Patok penuntun	1,100,000	1	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	21,055,118	18	0	0
Rambu jalan tunggal	450,000	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	5,929,713			
Direct Cost Total	1,281,781,373			

5.6.6 Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Karena Percepatan Durasi Dengan Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja Dan Penggantian Serta Penambahan Alat

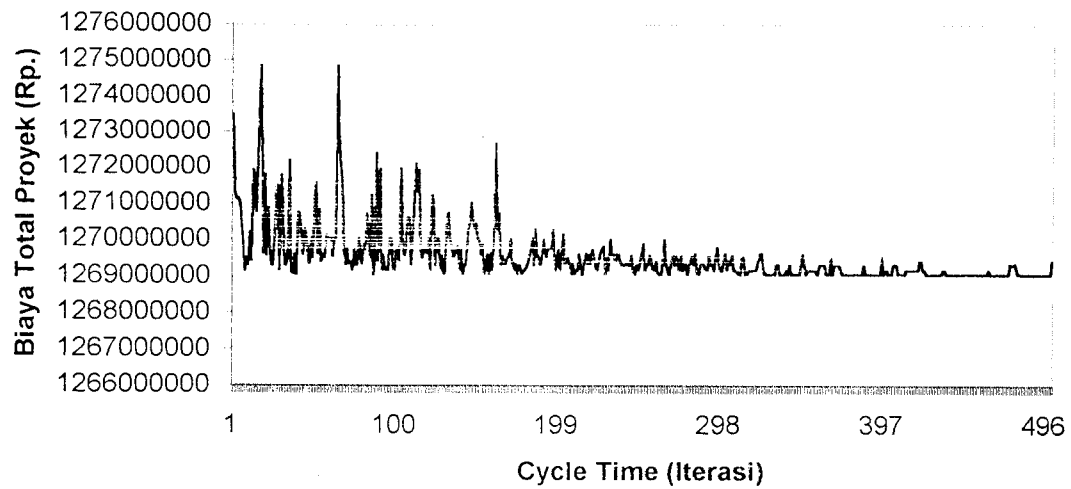
Formulasi berkas data diagram jaringan CPM dan data analisis durasi dan biaya pada keadaan normal dan akibat percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja dan penggantian serta penambahan alat kedalam *Worksheet MS. Excel* disimpan dalam *file* CPM_9. Kemudian setelah dilakukan 5 kali proses eksekusi program *Anneal5.EXE* pada berkas data CPM_9 dengan parameter-parameter seperti di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.30 Hasil Eksekusi Berkas Data CPM 9

Eksekusi	<i>Final Result</i>		<i>Best Result</i>	
	Durasi (hari)	<i>Direct Cost</i> (Rp.)	Durasi (hari)	<i>Direct Cost</i> (Rp.)
1	90	1,269,415,370	90	1,269,048,709
2	90	1,269,048,709	90	1,269,048,709
3	90	1,269,157,709	90	1,269,048,709
4	90	1,269,056,970	90	1,269,048,709
5	90	1,269,048,709	90	1,269,048,709

Kemudian *best result* (hasil terbaik) dari hasil-hasil eksekusi tersebut dibandingkan untuk diambil hasil yang terbaik sebagai solusi akhir. Didapatkan durasi dan biaya proyek yang paling optimal akibat percepatan dengan kerja lembur ini adalah sebesar 90 hari dengan biaya langsung proyek sebesar Rp. 1.269.048.709,- pada eksekusi ke-1. Sedangkan biaya tidak langsung sebesar (90 hari x Rp. 1.238.691/hari) = Rp. 111.482.184,-. Jadi biaya total proyek adalah sebesar Rp. 1.269.048.709 + Rp. 111.482.184 = Rp. 1.380.530.893,-. Untuk hasil eksekusi berkas data CPM_9 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Kurva hubungan siklus iterasi dengan

hasil optimalisasi pada eksekusi ke-1 berkas data CPM_9 dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan diagram CPM hasil dari *best result* pada eksekusi ke-1 berkas data CPM_9 dapat dilihat pada Tabel 5.31.



Gambar 5.13 Kurva Hubungan Siklus Iterasi Dengan Hasil Optimalisasi Berkas Data CPM_9

Tabel 5.31 Diagram CPM Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_9

ANALISIS

BEST DESIGN

Number of task is : 34

First node is : 1

Last node is : 27

Result of CPM network calculation :

TASK	I - J	DUR	LS	EF	LS	LF	COST	Critical
0	1-2	6	0	6	0	6	3,603,050	*
1	2-3	6	6	12	6	12	19,462,960	*
2	3-4	6	12	18	12	18	43,557,682	*
3	4-5	6	18	24	18	24	126,358,336	*
4	5-6	1	24	25	24	25	2,523,455	*
5	6-7	1	25	26	25	26	3,958,182	*
6	7-8	8	26	34	26	34	12,723,000	*
7	8-9	30	34	64	34	64	376,175,236	*
8	9-22	15	64	79	64	79	2,332,159	*
9	22-23	2	79	81	79	81	31,322,458	*
10	23-24	1	81	82	81	82	51,368,404	*
11	24-27	8	82	90	82	90	11,200,000	*
12	2-10	3	6	9	19	22	2,493,833	
13	10-11	2	9	11	71	73	1,382,261	
14	11-12	1	11	12	73	74	1,066,057	
15	12-13	2	12	14	74	76	25,116,358	
16	13-14	1	14	15	76	77	18,381,692	
17	14-15	1	15	16	77	78	13,477,269	
18	15-16	1	16	17	78	79	2,532,031	
19	16-17	1	17	18	79	80	27,338,791	
20	17-23	1	18	19	80	81	4,904,093	
21	10-5	2	9	11	22	24	6,093,255	
22	10-22	23	9	32	56	79	198,503,794	
23	10-23	7	9	16	74	81	238,032,343	
24	2-18	4	6	10	18	22	4,566,189	
25	18-5	2	10	12	22	24	2,017,799	
26	2-19	1	6	7	21	22	1,529,103	
27	19-20	2	7	9	22	24	5,872,943	
28	20-5	0	6	9	24	24		
29	20-21	1	9	10	87	88	7,606,088	
30	21-26	1	10	11	88	89	1,100,000	
31	9-25	18	64	82	70	88	21,055,118	
32	25-26	1	82	83	88	89	450,000	
33	26-27	1	83	84	89	90	944,775	

Project Duration = 90.00

Project Cost = 1269048709.000

Uraian	Biaya Normal	Durasi (Normal)	Kenaikan Biaya	Pengurangan Durasi
Mobilisasi	3,603,050	6	0	0
Pembangunan tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	19,462,960	6	0	0
Bore pile dia 800 mm	43,557,682	6	0	0
Beton K-225 pada elevasi	127,349,019	17	-960,683	11
Beton K-125	2,523,455	1	0	0
Beton K-175 pada elevasi	3,958,182	1	0	0
Perletakan elastomerik	12,723,000	8	0	0
Pre-cast standar Elna Marga	376,175,236	30	0	0
Diaphragma beton kelas K-350	2,332,159	15	0	0
Beton K-350 pada elevasi	31,484,147	4	-161,691	2
Aspal beton	51,368,404	1	0	0
Expansion joint type A	11,200,000	8	0	0
Pembersihan dan penyiapan badan jalan	2,493,833	3	0	0
Pembongkaran pasangan batu, bata, beton	1,382,261	2	0	0
Pemadatan tanah dasar timbunan	1,066,057	1	0	0
Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26,822,090	3	-1,765,732	1
Lapis pondasi agregat kelas B	18,381,692	1	0	0
Lapis resap pengikat	13,477,269	1	0	0
Asphalt Treated Base (ATB)	2,532,031	1	0	0
Lapis penekat aspal emulsi	27,338,791	1	0	0
Pembesian dengan tulangan polos	5,362,902	2	-458,809	1
Pembesian dengan tulangan ulir	6,101,517	3	-8,262	1
Pasangan batu kali	198,611,134	65	-107,340	42
Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	238,032,343	28	0	21
Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	5,723,395	5	-2,157,206	1
Galian biasa	2,981,698	3	-963,899	1
Galian batu	1,778,431	2	-249,328	1
Dummy (Galian batu ==> Beton K-125)	5,872,943	2	0	0
Pasangan batu pada perkerasan saluran air	7,606,088	1	0	0
Patok penunjang	1,100,000	1	0	0
Fab. & pemasangan baja bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	21,055,118	18	0	0
Rambu jalan tunggal	450,000	1	0	0
Marka jalan	944,775	1	0	0
Direct Cost Normal Proyek	1,275,851,660			
Kenaikan Biaya Akibat Percepatan Durasi Proyek	-5,802,911			
Direct Cost Total	1,269,048,749			

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Pembahasan

Durasi dan biaya total normal proyek jembatan Karanggayam sebelum dilakukan percepatan adalah 103 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 1.403.436.826,-. Setelah dilakukan percepatan dan kemudian dilakukan optimalisasi durasi dan biaya hasil dari percepatan dengan 5 macam pemadatan durasi kegiatan dengan metode *simulated annealing*. Didapatkan durasi dan biaya percepatan yang paling optimal dari masing-masing metode optimalisasi seperti terlihat pada Tabel 6.1. Pada Tabel 6.2 dan Tabel 6.3 dapat dilihat jenis-jenis kegiatan yang dipercepat, metode pemadatan durasi kegiatan yang digunakan dan durasi serta biaya percepatan.

Tabel 6.1 Tabulasi Hasil Optimalisasi Durasi dan Biaya Percepatan Proyek

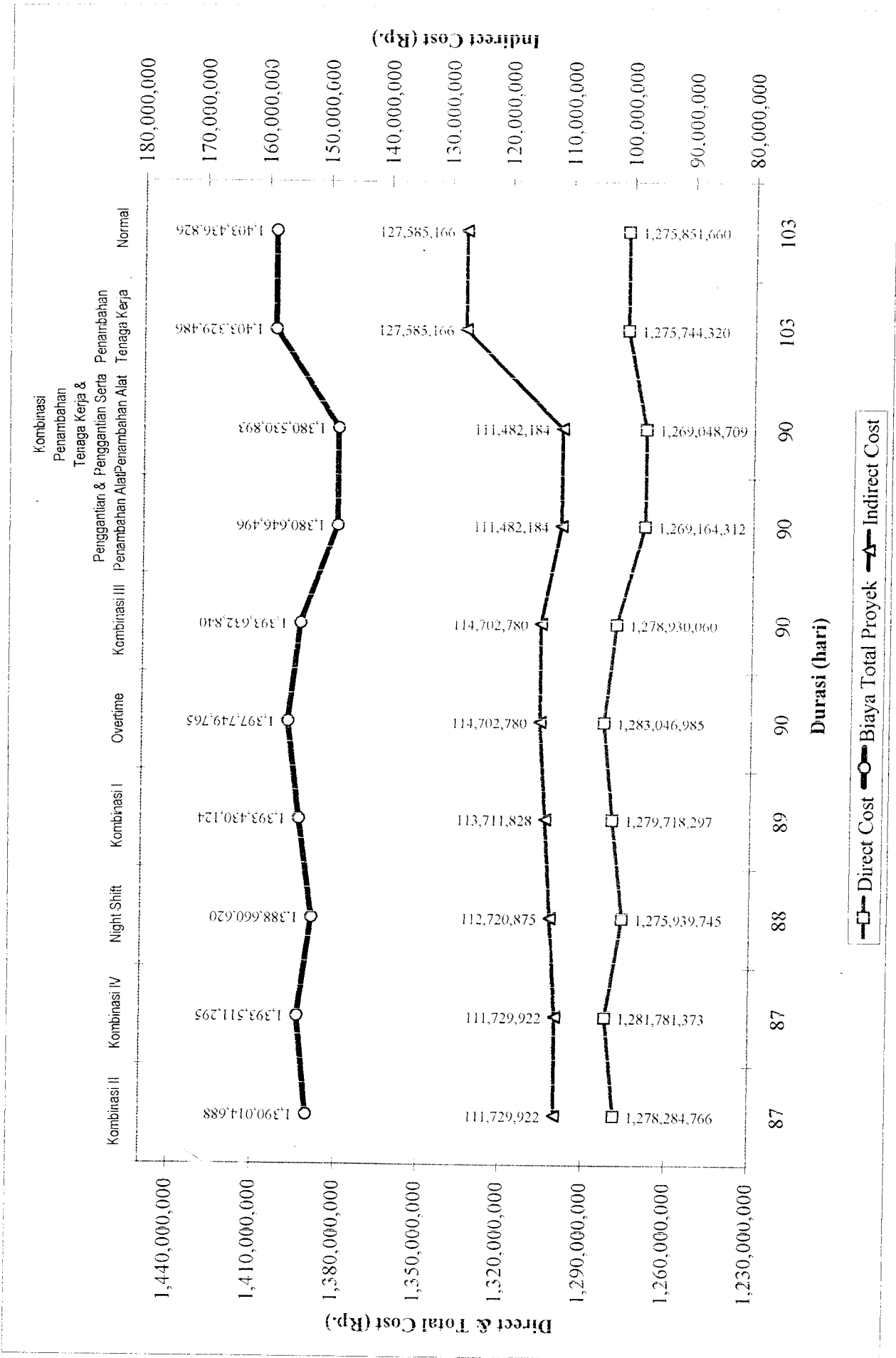
Pelaksanaan Proyek	Durasi	Direct Cost	Indirect Cost	Biaya Total Proyek
Normal	103	1.275.851.660	127.585.166	1.403.436.826
Kerja Lembur (" <i>Overtime</i> ")	90	1.283.046.985	114.702.780	1.397.749.765
Giliran Kerja Malam (" <i>Night Shift</i> ")	88	1.275.939.745	112.720.875	1.388.660.620
Kombinasi I	89	1.279.718.297	113.711.828	1.393.430.124
Kombinasi II	87	1.278.284.766	111.729.922	1.390.014.688
Kombinasi III	90	1.278.930.060	114.702.780	1.393.632.840
Kombinasi IV	87	1.281.781.373	111.729.922	1.393.511.295
Penambahan Tenaga Kerja	103	1.275.744.320	127.585.166	1.403.329.486
Penggantian & Penambahan Alat	90	1.269.164.312	111.482.184	1.380.646.496
Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja Dan Penggantian Serta Penambahan Alat	90	1.269.048.709	111.482.184	1.380.530.893

Tabel 6.2 Daftar Kegiatan Yang Dipercepat dan Metode Pematatan Durasinya

Pelaksanaan Proyek	Kegiatan yang dipercepat	Metode Pematatan Durasi
Kerja Lembur ("Overtime")	Bore pile dia. 800 mm Beton K-225 pada elevasi Pre-cast standar Bina Marga Diafragma beton kelas K-350	4 jam Overtime 2 jam Overtime 1 jam Overtime 4 jam Overtime
Giliran Kerja Malam ("Night Shift")	Pre-cast standar Bina Marga Diafragma beton kelas K-350	3 jam Night Shift 5 jam Night Shift
Penambahan Tenaga Kerja	Pembesian dengan tulangan ulir	Penambahan Tenaga Kerja = 23 orang
Penggantian & Penambahan Alat	Beton K-225 pada elevasi	Penambahan Concrete Mixer = 2 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 14 orang
	Beton K-350 pada elevasi	Penambahan Concrete Mixer = 1 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 7 orang
	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	Penggantian alat dengan Excavator - Kobelco
	Lapis perekat aspal emulsi	Penggantian alat dengan Asphalt Sprayer-BKSD TS55
	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200
	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200
	Galian biasa	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200
	Pasangan batu kali	Penambahan Concrete Mixer = 3 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 42 orang
Kombinasi I Overtime & Night Shift	Beton K-225 pada elevasi	1 jam Overtime & 5 jam Night Shift
	Diafragma beton kelas K-350	1 jam Overtime & 4 jam Night Shift
Kombinasi II Overtime & Night Shift	Pre-cast standar Bina Marga	2 jam Overtime & 3 jam Night Shift
	Diafragma beton kelas K-350	2 jam Overtime & 3 jam Night Shift
Kombinasi III Overtime & Night Shift	Beton K-225 pada elevasi	3 jam Overtime & 2 jam Night Shift
	Diafragma beton kelas K-350	3 jam Overtime & 3 jam Night Shift
Kombinasi IV Overtime & Night Shift	Pre-cast standar Bina Marga	4 jam Overtime & 1 jam Night Shift
	Diafragma beton kelas K-350	4 jam Overtime & 2 jam Night Shift
Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja dan Penggantian Alat Serta Penambahan Alat	Beton K-225 pada elevasi	Penambahan Concrete Mixer = 2 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 14 orang
	Beton K-350 pada elevasi	Penambahan Concrete Mixer = 1 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 7 orang
	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	Penggantian alat dengan Excavator - Kobelco
	Lapis perekat aspal emulsi	Penggantian alat dengan Asphalt Sprayer-BKSD TS55
	Pembesian dengan tulangan polos	Penambahan Tenaga Kerja = 5 orang
	Pembesian dengan tulangan ulir	Penambahan Tenaga Kerja = 23 orang
	Pasangan batu kali	Penambahan Concrete Mixer = 3 unit & Penambahan Tenaga Kerja = 42 orang
	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200
	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200
	Galian biasa	Penggantian alat dengan Excavator - Caterpillar E200

Tabel 6.3 Tabulasi Durasi dan Biaya Percepatan Kegiatan Serta Kenaikkan Biaya

Pelaksanaan Proyek	Kegiatan yang dipercepat		Normal		Dipercepat		Kenaikkan	
	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)
Kerja Lembur ("Overtime")	Bore pile dia. 800 mm	43.557.682	6	44.841.612	4	1.283.930		
	Beton K-225 pada elevasi	127.349.019	17	128.595.264	13	1.246.245		
	Pre-cast standar Bina Marga	376.175.236	30	380.660.128	27	4.484.892		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.512.416	11	180.256		
	Pre-cast standar Bina Marga	376.175.236	30	376.191.328	21	16.092		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.404.151	9	71.992		
	Pembesian dengan tulangan ulir	198.611.134	65	198.503.794	23	-107.340		
	Beton K-225 pada elevasi	127.349.019	17	126.358.336	6	-990.683		
	Beton K-350 pada elevasi	31.484.147	4	31.322.456	2	-161.691		
	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26.822.090	3	25.116.358	2	-1.705.732		
	Lapis perekat aspal emulsi	5.362.902	2	4.904.093	1	-458.809		
	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6.723.395	5	4.566.189	4	-2.157.206		
	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2.981.698	3	2.017.799	2	-963.899		
	Galian biasa	1.778.431	2	1.529.103	1	-249.328		
	Pasangan batu kali	238.032.343	28	238.032.343	7	0		
Kombinasi I Overtime & Night Shift	Beton K-225 pada elevasi	127.349.019	17	131.168.608	9	3.819.589		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.379.206	9	47.046		
	Pre-cast standar Bina Marga	376.175.236	30	378.586.240	18	2.411.004		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.354.260	9	22.10		
	Beton K-225 pada elevasi	127.349.019	17	130.253.184	10	2.904.165		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.506.393	9	174.234		
	Pre-cast standar Bina Marga	376.175.236	30	381.979.552	19	5.804.316		
	Diafragma beton kelas K-350	2.332.159	15	2.457.555	9	125.396		
	Beton K-225 pada elevasi	127.349.019	17	126.358.336	6	-990.683		
	Beton K-350 pada elevasi	31.484.147	4	31.322.456	2	-161.691		
	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	26.822.090	3	25.116.358	2	-1.705.732		
	Lapis perekat aspal emulsi	5.362.902	2	4.904.093	1	-458.809		
	Pembesian dengan tulangan polos	6.101.517	3	6.093.255	2	-8.262		
	Pembesian dengan tulangan ulir	198.611.134	65	198.503.794	23	-107.340		
	Pasangan batu kali	238.032.343	28	238.032.343	7	0		
Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja dan Penggantian Alat Serta Penambahan Alat	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	6.723.395	5	4.566.189	4	-2.157.206		
	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	2.981.698	3	2.017.799	2	-963.899		
	Galian biasa	1.778.431	2	1.529.103	1	-249.328		



Gambar 6.1 Grafik Time-Cost Trade-Off

Biaya langsung ("*direct cost*") akan menurun seiring dengan bertambahnya durasi proyek, sehingga jika dilakukan percepatan durasi proyek akan mengakibatkan peningkatan *direct cost*. Berdasarkan data-data pada Tabel 6.1 dan grafik *time-cost trade-off* di atas dapat dilihat bahwa percepatan durasi proyek dengan penambahan waktu kerja, yaitu dengan kerja lembur, giliran kerja malam dan kombinasi antara keduanya menyebabkan peningkatan *direct cost*. Pada kerja lembur peningkatan *direct cost* dikarenakan upah per-jam tenaga kerja pada jam kerja lembur lebih tinggi 1,5 - 2 kali dari upah pada jam kerja normal. Selain itu juga dikarenakan menurunnya produktivitas tenaga kerja pada jam kerja lembur, yaitu diasumsikan sebesar 13% pada jam lembur ke-1 dan 26% pada jam lembur ke-2. Penurunan produktivitas ini akan menyebabkan naiknya indeks produktivitas, yaitu bertambahnya waktu yang dibutuhkan tenaga kerja atau alat untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan dari keadaan normal. Sehingga dengan upah per-jam tenaga kerja lembur yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama, menyebabkan peningkatan *direct cost* kegiatan.

Pada percepatan dengan giliran kerja malam, didapatkan peningkatan *direct cost* yang tidak terlalu tinggi. Kenaikkan *direct cost* ini disebabkan upah tenaga kerja pada giliran kerja malam yang lebih tinggi 1,5 kali dari upah pada jam kerja normal. Sedangkan produktivitas tenaga kerja *night shift* diasumsikan sama dengan produktivitas tenaga kerja *day shift* atau tidak mengalami penurunan. Hal ini didasarkan pada asumsi menurut Barrie dan Poulson (1990), bahwa beberapa orang memang benar-benar orang "siang hari" dan orang-orang lainnya memang orang "malam hari". Mereka akan dapat berprestasi lebih baik bilamana pekerjaan mereka cocok dengan fisiologis mereka sendiri. Penggunaan giliran kerja akan lebih

produktif bila giliran kerja tersebut tidak dirotasikan secara tetap dan dilakukan penyesuaian tenaga kerja dengan regu giliran dimana dia akan berprestasi lebih baik. Sesuai dengan asumsi tersebut di atas maka pada proyek penggantian jembatan Karanggayam ini, kelompok atau group tenaga kerja *day shift* berbeda dengan kelompok *night shift*. Tenaga kerja pada kelompok kerja *night shift* diasumsikan pada waktu siang hari mereka tidak melakukan kegiatan/kerja (istirahat/tidur) dan mereka bekerja hanya pada malam hari.

Sedangkan pada percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja dan penggantian serta penambahan alat didapatkan penurunan *direct cost*. Penurunan tersebut dikarenakan penambahan maupun penggantian tenaga kerja dan alat akan menyebabkan meningkatnya kapasitas produksi kegiatan. Akibat dari peningkatan kapasitas produksi tersebut, maka waktu yang dibutuhkan oleh tenaga kerja dan alat untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan akan menjadi lebih singkat. Sehingga biaya yang dibutuhkan untuk upah tenaga kerja dan biaya sewa peralatan akan berkurang. Pada penambahan tenaga kerja dan alat ini, agar produktivitas tenaga kerja maupun alat masih dapat berproduksi secara normal. Maka penambahan alat dan tenaga kerja dilakukan dengan mempertimbangkan luasan tempat kerja dan jumlah tenaga kerja ideal. Sedangkan pada penggantian alat dilakukan dengan mengganti alat dengan kapasitas alat yang lebih besar dan mampu menghasilkan *site output* yang lebih besar, selain itu juga harus dipertimbangkan kondisi dari alat tersebut.

Biaya tidak langsung ("*indirect cost*") akan meningkat seiring dengan bertambahnya durasi proyek, sehingga jika dilakukan percepatan durasi proyek akan mengakibatkan penurunan *indirect cost*. *Indirect cost* dalam proyek penggantian

jembatan Karanggayam ini diasumsikan sebesar 10% dari *direct cost* pada keadaan normal. Pada percepatan durasi dengan metode-metode pemadatan tersebut didapatkan *indirect cost* yang lebih kecil dari *indirect cost* normal. Sedangkan *indirect cost* pada percepatan dengan kerja lembur dan giliran kerja malam diasumsikan mengalami peningkatan sebesar 20% dari *indirect cost* per-hari normal per-harinya. Kenaikkan ini disebabkan karena bertambahnya biaya untuk gaji lembur *site engineer* (pengawas lapangan), listrik (generator) untuk tambahan penerangan dan biaya tambahan makan dan minum khususnya kerja lembur pada pekerjaan pengecoran.

Berdasarkan pada uraian di atas dapat dilihat bahwa percepatan durasi proyek dengan metode pelaksanaan proyek dengan penambahan waktu kerja per-hari (*overtime* dan *night shift*) akan menyebabkan peningkatan *direct cost*. Tetapi sebaliknya percepatan durasi proyek dengan meningkatkan kapasitas produksi (produktivitas) alat dan tenaga kerja akan menyebabkan penurunan *direct cost*. Maka dapat disimpulkan bahwa metode pelaksanaan proyek berpengaruh pada waktu dan biaya penyelesaian proyek. Metode pelaksanaan proyek dengan memanfaatkan dan mengelola semua sumber daya baik itu tenaga kerja, peralatan maupun lokasi pekerjaan dengan melakukan penambahan maupun penggantian sehingga dapat meningkatkan produktivitas pekerjaan, selain dapat mempercepat penyelesaian proyek juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan *direct cost* proyek khususnya biaya untuk tenaga kerja dan peralatan. Sebaliknya metode pelaksanaan proyek yang hanya memaksimalkan produktivitas tenaga kerja yang ada akan menyebabkan penurunan produktivitas dan naiknya *direct cost* proyek.

6.2 Durasi dan Biaya Total Proyek Optimal

Hasil optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat percepatan baik dengan penambahan waktu kerja per-hari (*overtime* dan *night shift*) maupun dengan meningkatkan kapasitas produksi (penambahan tenaga kerja dan penambahan serta penggantian alat), menghasilkan biaya total proyek yang lebih kecil dari biaya total proyek dalam keadaan normal seperti terlihat pada Tabel 6.1. Walaupun dengan adanya percepatan durasi proyek akan mengakibatkan terjadinya peningkatan *direct cost*, tetapi juga menyebabkan terjadinya penurunan *indirect cost*. Pada penelitian kali ini didapatkan rata-rata penurunan *indirect cost* karena percepatan durasi proyek dari 103 hari menjadi 90 hari dengan penambahan waktu kerja per-hari sebesar 11,26% dan percepatan dengan meningkatkan kapasitas produksi sebesar 12,62%. Sedangkan rata-rata peningkatan *direct cost* karena percepatan durasi dengan penambahan waktu kerja per-hari sebesar 0,29% dan percepatan dengan meningkatkan kapasitas produksi sebesar -0,53%.

Dari hasil optimalisasi ini didapatkan durasi proyek paling singkat dengan peningkatan biaya total proyek terkecil atau penurunan biaya total proyek penggantian jembatan Karanggayam adalah durasi proyek sebesar 90 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 1.380.530.893,-. Durasi dan biaya yang optimal tersebut didapatkan dengan melakukan pemadatan durasi kegiatan dengan metode penambahan tenaga kerja dan penggantian serta penambahan alat. Pada percepatan dengan metode ini didapatkan penurunan *direct cost* sebesar Rp. 6.802.951,- dan penurunan *indirect cost* sebesar Rp. 16.102.982,-, sehingga didapatkan penurunan biaya total proyek sebesar Rp. 22.905.933,-.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil optimalisasi durasi dan biaya terhadap percepatan penjadwalan pekerjaan pada proyek penggantian jembatan Karanggayam, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Setelah dilakukan optimalisasi menggunakan metode *simulated annealing* pada penyelesaian permasalahan optimalisasi durasi dan biaya proyek akibat adanya percepatan durasi proyek. Didapatkan hasil optimalisasi dari durasi awal proyek 103 hari dan biaya total awal proyek Rp. 1.403.436.826, pada permasalahan dimana dikehendaki durasi penyelesaian proyek sebesar 90 hari. Metode *simulated annealing* ini mampu menghasilkan durasi percepatan proyek yang optimal sebesar 90 hari dengan peningkatan bahkan penurunan biaya total proyek sebesar Rp. 1.380.530.893,-.
- 2) Dari hasil optimalisasi didapatkan metode pemadatan durasi yang dapat mempercepat durasi proyek dengan peningkatan biaya total proyek terkecil adalah metode percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja dan penggantian serta penambahan alat.
- 3) Dari hasil optimalisasi juga didapatkan jenis-jenis kegiatan yang dipercepat adalah pekerjaan Beton K-225, Beton K-350, Timbunan dengan bahan-bahan terpilih, Lapis perekat aspal emulsi, Pasangan batu kali, Galian Biasa, Galian

konstruksi 0-2 m³, Galian konstruksi 2-4 m³, Penulangan dengan tulangan polos dan Penulangan dengan tulangan ulir.

- 4) Percepatan durasi kegiatan dengan meningkatkan *site output* kegiatan dengan penggantian dan penambahan peralatan maupun tenaga kerja yang menentukan kapasitas produksi kegiatan dilakukan dengan mempertimbangkan luasan tempat kerja dan jumlah tenaga kerja pada kegiatan yang bersangkutan. Pada percepatan dengan metode ini didapatkan penurunan *direct cost* sebesar $\pm 0,53\%$ dan *indirect cost* sebesar $\pm 12,62\%$
- 5) Sedangkan percepatan durasi dengan menambah waktu kerja dalam satu hari (*overtime* dan *night shift*) dapat mempercepat durasi proyek. Tetapi akan menyebabkan terjadinya peningkatan *direct cost* sebesar $\pm 0,29\%$ dan penurunan *indirect cost* sebesar $\pm 11,26\%$. Peningkatan *direct cost* proyek ini dikarenakan tingginya upah tenaga kerja *overtime* dan *night shift* serta adanya penurunan produktivitas.
- 6) Dari hasil optimalisasi durasi dan biaya akibat percepatan durasi proyek dengan 5 metode pemadatan durasi kegiatan ini menghasilkan penurunan biaya total proyek. Penurunan biaya total proyek ini dikarenakan terjadinya penurunan *indirect cost* yang cukup besar dan peningkatan *direct cost* yang kecil.
- 7) Metode pelaksanaan yang digunakan dalam menyelesaikan sebuah proyek akan mempengaruhi durasi dan biaya penyelesaian proyek. Dimana metode pelaksanaan yang berorientasi pada peningkatan produktivitas pekerjaan, selain dapat mempercepat penyelesaian proyek juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan *direct cost* dan *indirect cost* proyek.

7.2 Saran

Agar tugas akhir ini dapat lebih bermanfaat, terdapat beberapa saran khususnya bagi pengembangan dan penerapan metode optimalisasi durasi dan biaya serta metode pemadatan durasi antara lain :

- 1) Sebaiknya dalam mempersingkat waktu proyek tidak hanya meninjau durasi dan biaya proyek saja, tetapi kualitas/mutu dari suatu pekerjaan juga perlu dipertimbangkan. Karena hal ini mempengaruhi waktu dan biaya untuk mencapai mutu dari pekerjaan tersebut dalam durasi yang lebih singkat.
- 2) Karena dalam program *Anneal5.EXE* ini variasi durasi dan biaya dari tiap kegiatan dibatasi maksimal hanya 8 variasi dan juga dalam perhitungan durasi proyek masih menggunakan metode diagram jaringan CPM. Sehingga untuk mendapatkan hasil optimalisasi yang lebih bervariasi dan dapat mencerminkan kondisi sesungguhnya di lapangan, disarankan untuk mengembangkan program *Anneal5.EXE* tersebut agar jumlah variasi durasi dan biaya dari tiap kegiatan menjadi lebih banyak serta merubah dasar perhitungan durasi proyek menggunakan diagram jaringan PDM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Tubagus Haedar, 1989, Prinsip-Prinsip *Network Planning*, Gramedia, Jakarta
- Balling, Richard J, 1991, "Optimal Steel Frame Design by Simulated Annealing", *Journal of Structural Engineering*, v.117, no.6, pp1780-1795
- Barrie, Donald S. dan Poulson, Boyd C. Jr, 1990, Manajemen Konstruksi Profesional, Erlangga, Jakarta
- Bronson, Richard, 1982, *Operation Research*, McGraw_Hill, USA
- Callahan, 1992, *Construction Project Scheduling*, Irwin McGraw-Hill
- Griffis, F. H. (Bud) dan Farr, John V, 2000, *Construction Planning for Engineers*, McGraw-Hill
- Hadiwidodo, Markus Rustyanto, 2001, "Optimasi Waktu-Biaya Bagi Pemadatan Durasi Proyek Dengan Metoda *Simulated Annealing*", Tugas Akhir Program Pasca Sarjana Megister Teknik UAJY
- Hendrickson, Chris dan Au, Tung, 1989, *Project Management for Construction*, Prentice-Hall inc.
- Ignizio, James P. dan Cavalieer, Tom M, 1994, *Linear Programing*, Prentice-Hall Int. inc.
- Kompas, 2001 dan 2002, "35 Tewas Selama Proyek Peningkatan Jalan Yogya-Solo" dan "Percepatan Jalur Ganda", Kompas Online
- Laarhoven, P. J. M. dan Aarts, E. H. L, 1987, *Simulated Annealing : Theory and Applications*, Kluwer Academic Publishers
- Li, Heng dan Love, Peter, 1997, *Using Improved Genetic Algorithms to Facilitate Time-Cost Optimization*, *Journal of Construction Engineering and Management*
- Saputro, Tri Wahyudi Eko dan Zulfandrie, Hamara, 2002, "Analisis Crash Program Pada Proyek Bendung Petahunan Brebes Dengan Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja", Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Teknik Sipil UII
- Subagyo, Pangestu, Asri, Marwan dan Handoko, Hani, 1990, Dasar-dasar *Operation Research*, BPFE-Yogyakarta

- Suharto, Iman, 1995, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Erlangga, Jakarta
- Suryadharma, Hendra dan Wigroho, Haryanto Y, 1998, *Alat-Alat Berat*, UAJY
- Taha, Hamdy A., 1993, *Riset Operasi Jilid-1*, Binarupa Aksara, Jakarta
- Taylor III, Bernard W, 1996, *Introduction to Management Science*, Prentice_Hall Int. edition
- Willis, Edward M, 1986, *Scheduling Construction Project*, John Willey and Sons

LAMPIRAN 1

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Rudy Setyawan	97511061	Teknik Sipil
2			

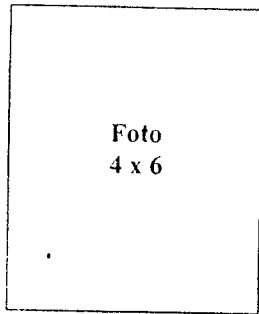
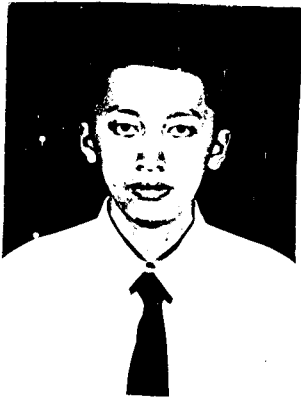
JUDUL TUGAS AKHIR :

Optimalisasi durasi proyek dengan menggunakan metode simulated annealing

**PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1.	Pendaftaran	█					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3.	Pembuatan Proposal		█				
4.	Seminar Proposal		█	█			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			█	█	█	
6.	Sidang-Sidang				█	█	█
7.	Pendadaran.						█

DOSEN PEMBIMBING I : ..**Ir. H. Faisal AM., MS.**
DOSEN PEMBIMBING II : ..**Ir. Fitri Nugraheni, MT.**



Yogyakarta, ...**27 Jan. 2003**....
a.n. Dekan,

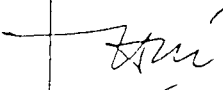

(Signature)
(.....**Ir. H. Muadhir, MS**.....)

Catatan.

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

Siparpaning 5/8 Juli 2003

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	8/2/03	<ul style="list-style-type: none"> - Bab I, urutan & betulkan - Metodologi Penelitian & betulkan - Lanjutkan s/d Lanjutan Teori - Dapat dilanjutkan ke pembimbing I 	
2	26/03/2	<p>Perbaiki listis etc ke -</p> <ul style="list-style-type: none"> - injeksi lender teori Metode penelitian - pustaka → peng. konsultasi 	

LAMPIRAN 1-1

Tabel : Tabulasi volume kegiatan-kegiatan dalam proyek penggantian jembatan Karanggayam

No.	Uraian	Unit	Volume Kontrak	Volume CCO	Volume Addendum 1	Volume Addendum 2
1	Mobilisasi	Ls	1.000	1.000	1.000	1.000
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m2	835.000	577.735	577.735	759.235
3	Galian biasa	m3	319.000	184.500	184.500	184.500
4	Galian batu	m3	30.000	202.500	202.500	202.500
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	97.000	503.550	503.550	503.550
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	46.000	180.000	180.000	180.000
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	835.000	304.100	304.100	304.100
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	50.000	699.050	699.050	902.960
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	57.000	67.410	67.410	67.410
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	1.000	1.000	1.000
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	155.000	190.000	190.000	211.560
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	155.000	190.000	190.000	313.970
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	650.000	756.000	756.000	1.919.520
14	Lapis resap pengikat	Liter	770.000	1.037.000	1.037.000	1.057.800
15	Aspal beton	m2	1.925.000	1.387.000	1.387.000	2.399.400
16	Aspal treated base (ATB)	m3	39.000	51.850	51.850	52.890
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	94.000	67.200	67.200	78.570
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	31.000	348.580	348.580	361.050
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	8.000	91.200	91.200	21.770
20	Beton K-125	m3	4.000	2.269	2.269	13.879
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	14.176.000	671.200	671.200	1.752.554
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	13.326.000	51.599.300	51.599.300	53.830.234
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	1.447.000	2.691.939	2.691.939	2.807.349
24	Perletakan elastomerik	Dm3	53.000	85.260	85.260	84.820
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	5.000	5.000	5.000
26	Diafragma beton K-350	m3	5.820	5.820	5.820	5.820
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	120.000	97.000	97.000	97.000
28	Pasangan batu kali	m3	1.434.000	42.790	708.710	1.703.149
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	125.000	47.520	47.520	54.720
30	Marka jalan	m2	20.000	22.775	22.775	20.995
31	Patok penuntun	bh	12.000	12.000	12.000	22.000
32	Rambu jalan tunggal	bh	2.000	2.000	2.000	3.000
33	Rambu jalan ganda	bh	1.000	1.000	1.000	-
34	Expantion joint type A	bh	14.000	14.000	14.000	14.000
35	Lampu penerangan jalan tunggal	Ls	1.000	1.000	1.000	-

Proyek : Penggantian Jembatan Propinsi Di Kabupaten Sleman dan Bantul
 Pekerjaan : Penggantian Jembatan Karanggayam sepanjang 31,00 M'
 Nama Penawar : CV. MADULAUT

No.	Kuantitas	Uraian	Merek dan Model	Tahun Pembuatan	Ukuran Kapasitas atau Daya	Milik Sendiri, akan beli atau akan sewa	Kondisi	Lokasi Saat ini
1.	1 Unit	Excavator	Hitachi	-	0,8 M3	Milik Sendiri	Baik	Bantul
2.	10 Unit	Dump truck	Toyota	-	3-4 M3	Milik Sendiri	Baik	Bantul
3.	1 Unit	Motor grader	Furukawa	-	110 HP	Milik Sendiri	Baik	Bantul
4.	1 Unit	Pedestrian roller	Sakai	-	0,9 T	Milik Sendiri	Baik	Bantul
5.	1 Unit	Pneumatic Tire roller	Sakai	-	80 HP	Milik Sendiri	Baik	Bantul
6.	2 Unit	Water tank truck	Toyota	-	4000 Lt	Milik Sendiri	Baik	Bantul
7.	10 Unit	Concrete mixer	Atlas Copco	-	0,5 M3	Milik Sendiri	Baik	Bantul
8.	5 Unit	Concrete vibrator	Sakai	-	3 HP	Milik Sendiri	Baik	Bantul
9.	1 Unit	Stone Crusher	Atlas Copco	-	220 HP	Milik Sendiri	Baik	Bantul
10.	1 Unit	Asphalt mixing Plant	Shin Shaeng	-	40 T/jam	Milik Sendiri	Baik	Bantul
11.	1 Unit	Asphalt Finisher	Nigata	-	40 T/jam	Milik Sendiri	Baik	Bantul
12.	1 Unit	Wheel Loader	Furukawa	-	1,4 M3	Milik Sendiri	Baik	Bantul
13.	1 Unit	Tandem Roller	Sakai	-	6-8 T	Milik Sendiri	Baik	Bantul
14.	1 Unit	Generator	Mitsubishi	-	-	Milik Sendiri	Baik	Bantul
15.	2 Unit	Vibratory Roller	Sakai	-	5-8 T	Milik Sendiri	Baik	Bantul
16.	2 Unit	Air Compressor	Kubota	-	4000-6500 L/M	Milik Sendiri	Baik	Bantul
17.	10 Unit	Water Pump	Yanmar	-	70-100 MM	Milik Sendiri	Baik	Bantul
18.	2 Unit	Stamper	Yanmar	-	-	Milik Sendiri	Baik	Bantul
19.	10 Unit	Beton mixer	Kubota	-	5 M3	Milik Sendiri	Baik	Bantul
20.	1 Unit	Truck Crane	-	-	4 T	Sewa	Baik	Buntu
21.	1 Unit	Wheel Crane	-	-	25 T	Sewa	Baik	Buntu
22.	2 Unit	Flat bed truck	Nigata	-	4 M3	Sewa	Baik	Buntu

Yogyakarta, 10 September 2002


 S U W H T O
 Direktur

Proyck : Penggantian Jembatan Propinsi di Kabupaten Sleman dan Bantul
 Pekerjaan : Rehabilitasi Jembatan Karanggayam Sepanjang 31,00 M'
 Nama Penawar : CV. MADU LAUT

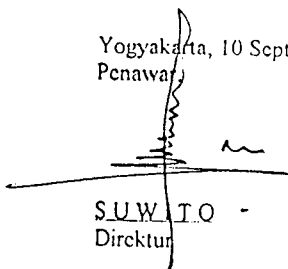
Lampiran 3 Penawaran
DAFTAR HARGA SATUAN DASAR

NO	Uraian	Satuan	Harga Satuan Dasar (Rp.)
A	TENAGA :		
1	Mandor		
2	Tu' ang	Jam	2,500.00
3	Pekerja	Jam	2,000.00
4	Operator/Sopir	Jam	1,850.00
5	Pembantu Oprator/Pembantu Sopir	Jam	2,500.00
		Jam	2,000.00
B	BAHAN :		
1	Semen		
2	Pasir	Kg	500.00
3	Agregat Kasar / Split	M3	30,000.00
4	Agregat halus	M3	60,000.00
5	Agregat kelas A	M3	50,000.00
6	Agregat kelas B	M3	45,000.00
7	Kayu perancah	M3	40,000.00
8	Paku	M3	450,000.00
9	Besi Beton	Kg	5,000.00
10	Kawat beton	Kg	2,600.00
11	Gelagar Beton Pratekan Pre-cast Standar Bina Marga	Kg	6,000.00
12	Multiplcks 15 mm	Bh	75,000.00
13	Material pilihan	Lbr	115,000.00
14	Batu belah	M3	15,000.00
15	Aspal	M3	30,000.00
16	Bahan Pengisi/filler	kg	2,000.00
		kg	500.00
C	A L A T		
1	Excavator	jam	106,885.27
2	Dump truck	jam	39,915.84
3	Motor grader	jam	88,392.12
4	Pedestrian roller	jam	15,076.19
5	Pneumatic Tire Roller	jam	50,557.09
6	Water tank truck	jam	43,556.14
7	Concrete mixer	jam	15,972.65
8	Concrete vibrator	jam	13,170.68
9	Wheel Crane	jam	92,141.35
10	Truck Crane	jam	67,690.38
11	Flat bed truck	jam	57,401.92
12	Asphalt mixing Plant	jam	574,720.32
13	Asphalt Finisher	jam	41,876.15
14	Wheel Loader	jam	75,000.00
15	Tandem Roller	jam	43,514.15
16	Generator	jam	25,000.00
17	Vibratory Roller	jam	15,076.19
18	Beton mixer	jam	33,325.78
19	Water pump	jam	11,731.32

Keterangan :

- Satuan agar digunakan Jam Kerja untuk Tenaga dan Alat, Volume atau Berat untuk Bahan
- Harga satuan dasar untuk alat sudah termasuk bahan bakar, barang habis dipakai dan operator
- Harga satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN)
- Penawar diharuskan untuk melengkapi komponen pada uraian dan satuan bentuk ini sesuai dengan spesifikasi, gambar dan metode pelaksanaannya.

Yogyakarta, 10 September 2002
 Penawar


 SUWITO
 Direktur

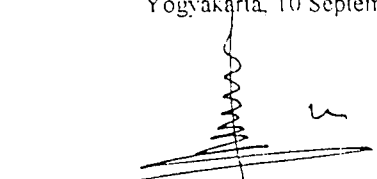
Objek : Penggantian Jembatan Propinsi di Kabupaten Sleman dan Bantul
 Pekerjaan : Rehabilitasi Jembatan Karanggayam Sepanjang 31,00 M'
 Nama Penawar : CV. MADU LAUT

Lampiran 10 Penawaran
DAFTAR USULAN PEKERJAAN
YANG DISUBKONTRAKKAN

Mata Pembayaran	Uraian	Prosentase dari Harga Total Mata Pembayaran (%)	Prosentase dari Harga Penawaran (%)	Nama Sub Kontraktor
109 (9)	Pembongkaran Tiang Listrik dan Pemasangan Kembali Tiang Listrik 3 Buah	100 %	1,67	
107	Marka Jalan	100 %	0,08	
108 (5)	Patok Penuntun	100 %	0,05	
108 (6)	Rambu Jalan Tunggal	100 %	0,03	
108 (7)	Rambu Jalan Ganda	100 %	0,02	
109 (1)	Expansion Joint Type A	100 %	0,96	
110 (1)	Lampu Penerangan jalan Tunggal	100 %	0,19	
Total (%)			2,99	

Catatan : Leveransir bahan tidak termasuk sebagai Sub-Kontraktor

Yogyakarta, 10 September 2002


 S. UWITO
 Direktur

Tabel : Waktu pelayanan beton *ready mix* PT. Jaya Ready Mix

Jarak (Km)	Rata-Rata Kecepatan (Km/jam)	Waktu pelayanan				Waktu Total (jam)
		Pergi (jam)	Pulang (jam)	isi (jam)	tuang (jam)	
10	20	0.5	0.5	0.3	0.35	1.65
15	20	0.75	0.75	0.3	0.35	2.15
20	20	1	1	0.3	0.35	2.65
25	20	1.25	1.25	0.3	0.35	3.15
30	20	1.5	1.5	0.3	0.35	3.65
35	20	1.75	1.75	0.3	0.35	4.15
40	20	2	2	0.3	0.35	4.65
45	20	2.25	2.25	0.3	0.35	5.15

Tabel : Data observasi kecepatan *transit mixer* milik PT. Jaya Ready Mix

Transit Mixer		Kecepatan dg <i>mixer</i> isi (Km/jam)			Kecepatan dg <i>mixer</i> kosong (Km/jam)		
No. Truck	Nopol	dalam kota	luar kota	jalan menanjak	dalam kota	luar kota	jalan menanjak
37	B-9212-NR	40	50	20	60	70	40
127	B-9040-PM	20-40	50	20-30	50-70	50-70	30-40
22	B-9611-DF	30	50-60	20-30	50	60-70	40
49	B-9309-MZ	20-40	50-60	25	60-70	70	40
82	B-9705-NF	30-40	50	20-30	60	70	30
55	B-9267-MN	20-40	50-60	25	50	50-70	30-40

Ditetapkan kecepatan rata-rata *transit mixer* sebagai berikut :

a. *Mixer* dalam keadaan isi

- dalam kota = $(20+40)/2 = 30$ Km/jam
- luar kota = $(50+60)/2 = 55$ Km/jam
- jalan menanjak = $(20+30)/2 = 25$ Km/jam

b. *Mixer* dalam keadaan kosong

- dalam kota = $(50+70)/2 = 60$ Km/jam
- luar kota = $(50+70)/2 = 60$ Km/jam
- jalan menanjak = $(30+40)/2 = 35$ Km/jam

LAMPIRAN 2

Jenis Pekerjaan : Beton kelas K-350 pada elevasi

Volume : 78,57 m³

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	1.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	0.5000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit
	a. Waktu putar	T1	6.0000	menit
	b. Waktu terbang	T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	3.2000	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.3125	jam
2.1	Water Tank Truck			
	Kapasitas tanki air	q	4.0000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0.1900	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Jumlah pengisian tanki	N	1.0000	
	$\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	16.8421	m ³ /jam
	Koefisien water tank truck = 1/Q		0.0594	jam
3.1	Concrete Vibrator			
	Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat			
	Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	3.2000	m ³ /jam
	Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.3125	jam
4.1	Tenaga Kerja			
	Produksi beton per jam	Q	3.2000	m ³ /jam
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	1.0000	orang
	c. Pekerja	Np	5.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	7.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm/Q		0.3125	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.3125	jam
	c. Pekerja = Np/Q		1.5625	jam
5.1	Alat Bantu (Ls)		1.0000	Ls

Alternatif-2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.2	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	2.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	1.0000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit
	a. Waktu putar	T1	6.0000	menit
	b. Waktu terbang	T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	6.4000	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.3125	jam
2.2	Water Tank Truck			
	Kapasitas tanki air	q	4.0000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0.1900	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Jumlah pengisian tanki	N	1.0000	
	$\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	16.8421	m ³ /hr
	Koefisien water tank truck = 1/Q		0.0594	jam
3.2	Concrete Vibrator			
	Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat			
	Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	6.4000	m ³ /jam
	Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.1563	jam
4.2	Tenaga Kerja			
	Produksi beton per jam	Q	6.4000	m ³ /jam
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	2.0000	group
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	2.0000	orang
	c. Pekerja	Np	10.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	14.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm/Q		0.3125	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.3125	jam
	c. Pekerja = Np/Q		1.5625	jam
5.2	Alat Bantu (Ls)		1.0000	Ls

Alternatif-3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3	Transit Mixer			
	Volume pekerjaan beton K-350	q1	78.57	m ³
	Volumer mixer	q2	5.0000	m ³
	Jumlah transit mixer (rit) = q1 / q2	N	16.0000	buah (rit)
	Kapasitas transit mixer = q2 x N	qs	80.0000	m ³
	Rata-rata jarak angkut	D	16.9705	Km
	Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer isi	V1	30.0000	Km/jam
	Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer kosong	V2	60.0000	Km/jam
	Rata-rata kecepatan = (V1 + V2) / 2	V	45.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8500	
	Cycle time transit mixer = (T1+T2+T3+T4) x N	Cm	22.4679	jam
	a. Waktu untuk mengisi mixer	T1	0.3000	jam
	b. Waktu mengangkut = D/V	T2	0.3771	jam
	c. Waktu untuk menuang	T3	0.3500	jam
	d. Waktu untuk kembali = D/V	T4	0.3771	jam
	Kapasitas angkut transit mixer = $\frac{qs \times E}{Cm}$	Q	3.0265	m ³ /jam
	Koefisien transit mixer = 1/Q		0.3304	jam
2.3	Concrete Vibrator			
	Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat			
	Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam transit mixer	Q	3.0265	m ³ /jam
	Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.3304	jam
3.3	Tenaga Kerja			
	Produksi beton per jam	Q	3.0265	m ³ /jam
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	1.0000	orang
	c. Pekerja	Np	5.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	7.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm/Q		0.3304	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.3304	jam
	c. Pekerja = Np/Q		1.6521	jam
4.3	Alat Bantu (Ls)		1.0000	Ls

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1 Concrete Mixer				
Jumlah concrete mixer	N	1.0000	buah	
Volumer mixer	V	0.5000	m ³	
Kapasitas mixer	q	0.5000	m ³	
Efisiensi alat	E	0.8000		
Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit	
a Waktu putar	T1	6.0000	menit	
b Waktu terbuang	T2	1.5000	menit	
Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :	Q	3.2000	m ³ /jam	
$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$				
Koefisien concrete mixer = N/Q		0.3125	jam	
2.1 Water Tank Truck				
Kapasitas tanki air	q	4.0000	m ³	
Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0.1900	m ³	
Efisiensi alat	E	0.8000		
Jumlah pengisian tanki	N	1.0000		
$\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	16.8421	m ³ /jam	
Koefisien water tank truck = 1/Q		0.0594	jam	
3.1 Concrete Vibrator				
Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat				
Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	3.2000	m ³ /jam	
Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.3125	jam	
4.1 Tenaga Kerja				
Produksi beton per jam	Q	3.2000	m ³ /jam	
Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group	
a Mandor	Nm	1.0000	orang	
b Tukang	Nt	1.0000	orang	
c Pekerja	Np	5.0000	orang	
Jumlah total pekerja	N	7.0000	orang	
Koefisien tenaga per m ³				
a Mandor = Nm/Q		0.3125	jam	
b Tukang = Nt/Q		0.3125	jam	
c Pekerja = Np/Q		1.5625	jam	
5.1 Alat Bantu (Ls)				
		1.0000	Ls	

Alternatif-2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.2 Concrete Mixer				
Jumlah concrete mixer	N	2.0000	buah	
Volumer mixer	V	0.5000	m ³	
Kapasitas mixer	q	1.0000	m ³	
Efisiensi alat	E	0.8000		
Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit	
a Waktu putar	T1	6.0000	menit	
b Waktu terbuang	T2	1.5000	menit	
Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :	Q	6.4000	m ³ /jam	
$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$				
Koefisien concrete mixer = N/Q		0.3125	jam	
2.2 Water Tank Truck				
Kapasitas tanki air	q	4.0000	m ³	
Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0.1900	m ³	
Efisiensi alat	E	0.8000		
Jumlah pengisian tanki	N	1.0000		
$\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	16.8421	m ³ /hr	
Koefisien water tank truck = 1/Q		0.0594	jam	
3.2 Concrete Vibrator				
Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat				
Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	6.4000	m ³ /jam	
Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.1563	jam	
4.2 Tenaga Kerja				
Produksi beton per jam	Q	6.4000	m ³ /jam	
Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	2.0000	group	
a Mandor	Nm	2.0000	orang	
b Tukang	Nt	2.0000	orang	
c Pekerja	Np	10.0000	orang	
Jumlah total pekerja	N	14.0000	orang	
Koefisien tenaga per m ³				
a Mandor = Nm/Q		0.3125	jam	
b Tukang = Nt/Q		0.3125	jam	
c Pekerja = Np/Q		1.5625	jam	
5.2 Alat Bantu (Ls)				
		1.0000	Ls	

Alternatif-3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3 Transit Mixer				
Volume pekerjaan beton K-350	q1	5.82	m ³	
Volumer mixer	q2	5.0000	m ³	
Jumlah transit mixer (nt) = q1 / q2	N	2.0000	buah (nt)	
Kapasitas transit mixer = q2 x N	qs	10.0000	m ³	
Rata-rata jarak angkut	D	16.9705	Km	
Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer isi	V1	30.0000	Km/jam	
Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer kosong	V2	60.0000	Km/jam	
Rata-rata kecepatan = (V1 + V2) / 2	V	45.0000	Km/jam	
Efisiensi alat	E	0.8500		
Cycle time transit mixer = (T1+T2+T3+T4) x N	Cm	2.6085	jam	
a Waktu untuk mengisi mixer	T1	0.3000	jam	
b Waktu mengangkut = D/V	T2	0.3771	jam	
c Waktu untuk menuang	T3	0.3500	jam	
d Waktu untuk kembali = D/V	T4	0.3771	jam	
Kapasitas angkut transit mixer = qs x E	Q	3.0265	m ³ /jam	
$\frac{qs \times E}{Cm}$				
Koefisien transit mixer = 1/Q		0.3304	jam	
2.3 Concrete Vibrator				
Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat				
Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam transit mixer	Q	3.0265	m ³ /jam	
Koefisien concrete vibrator = 1/Q		0.3304	jam	
3.3 Tenaga Kerja				
Produksi beton per jam	Q	3.0265	m ³ /jam	
Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group	
a Mandor	Nm	1.0000	orang	
b Tukang	Nt	1.0000	orang	
c Pekerja	Np	5.0000	orang	
Jumlah total pekerja	N	7.0000	orang	
Koefisien tenaga per m ³				
a Mandor = Nm/Q		0.3304	jam	
b Tukang = Nt/Q		0.3304	jam	
c Pekerja = Np/Q		1.6521	jam	
4.3 Alat Bantu (Ls)				
		1.0000	Ls	

Alternatif-1					Alternatif-2				
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Concrete Mixer Jumlah concrete mixer Volumer mixer Kapasitas mixer Efisiensi alat Cycle time = T1 + T2 a. Waktu putar b. Waktu terbuang Kapasitas produksi concrete mixer per-jam $\frac{q \times E \times 60}{Cm}$ Koefisien concrete mixer = N/Q	N V q E Cm T1 T2 Q	1 0000 0 5000 0 5000 0 8000 7 5000 6 0000 1 5000 3 2000	buah m ³ m ³ menit menit menit m ³ /jam	1.2	Concrete Mixer Jumlah concrete mixer Volumer mixer Kapasitas mixer Efisiensi alat Cycle time = T1 + T2 a. Waktu putar b. Waktu terbuang Kapasitas produksi concrete mixer per-jam : $\frac{q \times E \times 60}{Cm}$ Koefisien concrete mixer = N/Q	N V q E Cm T1 T2 Q	2 0000 0 5000 1 0000 0 8000 7 5000 6 0000 1 5000 5 4000	buah m ³ m ³ menit menit menit m ³ /jam
2.1	Water Tank Truck Kapasitas tanki air Kebutuhan air per m ³ timbunan Efisiensi alat Jumlah pengisian tanki $\frac{q \times N \times E}{c}$ Koefisien water tank truck = 1/Q	q q1 E N Q	4 0000 0 1900 0 8000 1 0000 16 8421	m ³ m ³ m ³ /jam	2.2	Water Tank Truck Kapasitas tanki air Kebutuhan air per m ³ timbunan Efisiensi alat Jumlah pengisian tanki $\frac{q \times N \times E}{q1}$ Koefisien water tank truck = 1/Q	q q1 E N Q	4 0000 0 1900 0 8000 1 0000 16 8421	m ³ m ³ m ³ /hr
3.1	Concrete Vibrator Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer Koefisien concrete vibrator = 1/Q	Q	3 2000 0 3125	m ³ /jam jam	3.2	Concrete Vibrator Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer Koefisien concrete vibrator = 1/Q	Q	6 4000 0 1563	m ³ /jam jam
4.1	Tenaga Kerja Produksi beton per jam Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini a. Mandor b. Tukang c. Pekerja Jumlah total pekerja Koefisien tenaga per m ³ a. Mandor = Nm/Q b. Tukang = Nt/Q c. Pekerja = Np/Q	Q n Nm Nt Np N	3 2000 1 0000 1 0000 1 0000 5 0000 7 0000	m ³ /jam group orang orang orang orang	4.2	Tenaga Kerja Produksi beton per jam Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini a. Mandor b. Tukang c. Pekerja Jumlah total pekerja Koefisien tenaga per m ³ a. Mandor = Nm/Q b. Tukang = Nt/Q c. Pekerja = Np/Q	Q n Nm Nt Np N	3 2000 1 0000 1 0000 1 0000 5 0000 7 0000	m ³ /jam group orang orang orang orang
5.1	Alat Bantu (Ls)		0 3125 0 3125 1 5625 1 0000	jam jam jam Ls	5.2	Alat Bantu (Ls)		0 3125 0 3125 1 5625 1 0000	jam jam jam Ls
1.3	Concrete Mixer Jumlah concrete mixer Volumer mixer Kapasitas mixer Efisiensi alat Cycle time = T1 + T2 a. Waktu putar b. Waktu terbuang Kapasitas produksi concrete mixer per-jam $\frac{q \times E \times 60}{Cm}$ Koefisien concrete mixer = N/Q	N V q E Cm T1 T2 Q	3 0000 0 5000 1 5000 0 8000 7 5000 6 0000 1 5000 9 6000	buah m ³ m ³ menit menit menit m ³ /jam	1.4	Transit Mixer Volume pekerjaan beton K-225 Volumer mixer Jumlah transit mixer (nt) = q1 / q2 Kapasitas transit mixer = q2 x N Rata-rata jarak angkut Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer isi Kecepatan transit mixer dalam kondisi mixer kosong Rata-rata kecepatan = (V1 + V2) / 2 Efisiensi alat Cycle time transit mixer = (T1+T2+T3+T4) x N a. Waktu untuk mengisi mixer b. Waktu mengangkut = D/V c. Waktu untuk menuang d. Waktu untuk kembali = D/V Kapasitas angkut transit mixer = $\frac{qs \times E}{Cm}$ Koefisien transit mixer = 1/Q	q1 q2 N qs D V1 V2 V E Cm T1 T2 T3 T4 Q	361 05 5 0000 73 0000 365 0000 16 9705 30 0000 60 0000 45 0000 0 8500 102 5098 0 3000 0 3771 0 3500 0 3771 3 0265	m ³ m ³ buah (nt) m ³ Km Km/jam Km/jam Km/jam jam jam jam jam jam m ³ /jam
2.3	Water Tank Truck Kapasitas tanki air Kebutuhan air per m ³ timbunan Efisiensi alat Jumlah pengisian tanki $\frac{q \times N \times E}{q1}$ Koefisien water tank truck = 1/Q	q q1 E N Q	4 0000 0 1900 0 8000 1 0000 16 8421	m ³ m ³ m ³ /hr	2.4	Concrete Vibrator Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam transit mixer Koefisien concrete vibrator = 1/Q	Q	3 0265 0 3304	m ³ /jam jam
3.3	Concrete Vibrator Kebutuhan alat tiap m ³ digunakan 1(satu) alat Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer Koefisien concrete vibrator = 1/Q	Q	9 6000 0 1042	m ³ /jam jam	3.4	Tenaga Kerja Produksi beton per jam Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini a. Mandor b. Tukang c. Pekerja Jumlah total pekerja Koefisien tenaga per m ³ a. Mandor = Nm/Q b. Tukang = Nt/Q c. Pekerja = Np/Q	Q n Nm Nt Np N	9 6000 3 0000 3 0000 15 0000 21 0000	m ³ /jam group orang orang orang orang
4.3	Tenaga Kerja Produksi beton per jam Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini a. Mandor b. Tukang c. Pekerja Jumlah total pekerja Koefisien tenaga per m ³ a. Mandor = Nm/Q b. Tukang = Nt/Q c. Pekerja = Np/Q	Q n Nm Nt Np N	9 6000 3 0000 3 0000 15 0000 21 0000	m ³ /jam group orang orang orang orang	4.4	Alat Bantu (Ls)		0 3125 0 3125 1 5625 1 0000	jam jam jam Ls
5.3	Alat Bantu (Ls)		0 3125 0 3125 1 5625 1 0000	jam jam jam Ls	5.3	Alat Bantu (Ls)		0 3304 0 3304 1 6521 1 0000	jam jam jam Ls

Jenis Pekerjaan : Beton kelas K-175 pada elevasi
Volume : 21,77 m3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	1.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m3
	Kapasitas mixer	q	0.5000	m3
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit
	a. Waktu putar	T1	6.0000	menit
	b. Waktu terbang	T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam $\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	3.2000	m3/jam
	Koefisien concrete mixer = $\frac{1}{Q}$		0.3125	jam
2	Water Tank Truck			
	Kapasitas tanki air	q	4.0000	m3
	Kebutuhan air per m3 timbunan	q1	0.1900	m3
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Jumlah pengisian tanki $\frac{q \times N \times E}{q1}$	N	1.0000	
		Q	16.8421	m3/jam
	Koefisien water tank truck = $\frac{1}{Q}$		0.0594	jam
3	Concrete Vibrator			
	Kebutuhan alat tiap m3 digunakan 1(satu) alat			
	Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	3.2000	m3/jam
	Koefisien concrete vibrator = $\frac{1}{Q}$		0.3125	jam
4	Tenaga Kerja			
	Produksi beton per jam	Q	3.2000	m3/jam
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	1.0000	orang
	c. Pekerja	Np	5.0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = $\frac{Nm}{Q}$		0.3125	jam
	b. Tukang = $\frac{Nt}{Q}$		0.3125	jam
	c. Pekerja = $\frac{Np}{Q}$		1.5625	jam
5	Alat Bantu (Ls)			
			1.0000	Ls

Jenis Pekerjaan : Beton kelas K-125 pada elevasi
Volume : 13,879 m3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	1.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m3
	Kapasitas mixer	q	0.5000	m3
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T1 + T2	Cm	7.5000	menit
	a. Waktu putar	T1	6.0000	menit
	b. Waktu terbang	T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam $\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	3.2000	m3/jam
	Koefisien concrete mixer = $\frac{1}{Q}$		0.3125	jam
2	Water Tank Truck			
	Kapasitas tanki air	q	4.0000	m3
	Kebutuhan air per m3 timbunan	q1	0.1900	m3
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Jumlah pengisian tanki $\frac{q \times N \times E}{q1}$	N	1.0000	
		Q	16.8421	m3/hr
	Koefisien water tank truck = $\frac{1}{Q}$		0.0594	jam
3	Concrete Vibrator			
	Kebutuhan alat tiap m3 digunakan 1(satu) alat			
	Kap. prod. per jam = kap. prod. per jam concrete mixer	Q	3.2000	m3/jam
	Koefisien concrete vibrator = $\frac{1}{Q}$		0.3125	jam
4	Tenaga Kerja			
	Produksi beton per jam	Q	3.2000	m3/jam
	Kebutuhan tenaga :			
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	1.0000	orang
	c. Pekerja	Np	5.0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = $\frac{Nm}{Q}$		0.3125	jam
	b. Tukang = $\frac{Nt}{Q}$		0.3125	jam
	c. Pekerja = $\frac{Np}{Q}$		1.5625	jam
5	Alat Bantu (Ls)			
			1.0000	Ls

Jenis Pekerjaan : Pembesian dengan tulangan polos
Volume : 1752,554 Kg

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.0000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	3.0000	orang
	c. Pekerja	Np	9.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	13.0000	orang
	Site output setiap group	Qn	100.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0100	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0300	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0900	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.2000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	4.0000	orang
	c. Pekerja	Np	11.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	16.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	120.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0083	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0333	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0917	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.3000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	4.0000	orang
	c. Pekerja	Np	12.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	17.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	130.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0077	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0308	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0923	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-4

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.4000	group
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	4.0000	orang
	c. Pekerja	Np	13.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	16.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	140.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0071	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0286	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0929	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-5

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.5000	group
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	5.0000	orang
	c. Pekerja	Np	14.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	21.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	150.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0133	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0333	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0933	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-6

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.6000	group
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	5.0000	orang
	c. Pekerja	Np	14.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	21.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	160.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0125	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0313	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0875	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-7

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.7000	group
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	5.0000	orang
	c. Pekerja	Np	15.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	22.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	170.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0118	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0294	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0882	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-8

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini	n	1.8000	group
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	5.0000	orang
	c. Pekerja	Np	16.0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	N	23.0000	orang
	Site output group = Qn x n	Q	180.0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0.0111	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0.0278	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0.0889	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1.1000	Kg
	b. Kawat beton		0.0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Jenis Pekerjaan : Pembesian dengan tulangan ulir
 Volume : 53830,234Kg

LAMPIRAN 2-1

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	1 0000	group
	b. Tukang	Nm	1 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	3 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	9 0000	orang
	Site output setiap group	N	13 0000	orang
	Qn		120 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0083	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0250	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0750	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	1 3000	group
	b. Tukang	Nm	1 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	4 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	12 0000	orang
	Site output setiap group	N	17 0000	orang
	Q		156 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0064	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0256	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0769	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	1 6000	group
	b. Tukang	Nm	2 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	5 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	14 0000	orang
	Site output setiap group	N	21 0000	orang
	Q		192 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0104	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0260	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0729	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-4

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	1 9000	group
	b. Tukang	Nm	2 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	6 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	17 0000	orang
	Site output setiap group	N	25 0000	orang
	Q		228 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0086	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0263	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0746	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-5

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	2 2000	group
	b. Tukang	Nm	2 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	7 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	20 0000	orang
	Site output setiap group	N	29 0000	orang
	Q		264 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0076	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0265	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0758	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-6

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	2 5000	group
	b. Tukang	Nm	3 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	8 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	23 0000	orang
	Site output setiap group	N	34 0000	orang
	Q		300 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0100	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0267	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0767	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Alternatif-7

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Komponen tenaga			
	Jumlah group yang digunakan dalam pekerjaan ini:			
	a. Mandor	n	2 8000	group
	b. Tukang	Nm	3 0000	orang
	c. Pekerja	Nt	8 0000	orang
	Jumlah total tenaga kerja	Np	25 0000	orang
	Site output setiap group	N	36 0000	orang
	Q		336 0000	Kg/jam
2	Koefisien tenaga per Kg			
	a. Mandor = Nm/Q		0 0089	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 0238	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 0744	jam
3	Koefisien bahan telah ditentukan sebagai berikut :			
	a. Besi beton		1 1000	Kg
	b. Kawat beton		0 0200	Kg
4	Peralatan yang digunakan hanya alat bantu saja			

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu Kali
 Volume : 1703,149 m³

LAMPIRAN 2-1

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Kebutuhan mortar untuk 1 m³ pasangan batu			
	a. Mortar		0.3500	m ³
	b. Mortar untuk siar		0.0175	m ³
	Volume mortar	Vm	0.3675	m ³
2.1	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	1.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	0.5000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T ₁ + T ₂			
	a. Waktu putar	Cm	7.5000	menit
	b. Waktu terbang	T1	6.0000	menit
		T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	3.2000	m ³ /jam
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Q	8.7075	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.1148	jam
3.1	Tenaga Kerja			
	Jumlah group tenaga kerja	N	1.0000	group
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Qp	8.7075	m ³ /jam
	Kapasitas produksi group = Kapasitas produksi pasangan	Qg	8.7075	m ³ /jam
	Kebutuhan tenaga			
	a. Mandor	Nm	1.0000	orang
	b. Tukang	Nt	3.0000	orang
	c. Pekerja	Np	10.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	14.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm / Qg		0.1148	jam
	b. Tukang = Nt / Qg		0.3445	jam
	c. Pekerja = Np / Qg		1.1484	jam
4.1	Koefisien bahan telah ditetapkan dalam spek adalah :			
	a. Batu belah		1.1700	m ³
	b. Semen		3.5280	zak
	c. Pasir		0.3675	m ³

Alternatif-2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.2	Kebutuhan mortar untuk 1 m³ pasangan batu			
	a. Mortar		0.3500	m ³
	b. Mortar untuk siar		0.0175	m ³
	Volume mortar	Vm	0.3675	m ³
2.2	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	2.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	1.0000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T ₁ + T ₂			
	a. Waktu putar	Cm	7.5000	menit
	b. Waktu terbang	T1	6.0000	menit
		T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	6.4000	m ³ /jam
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Q	17.4150	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.1148	jam
3.2	Tenaga Kerja			
	Jumlah group tenaga kerja	N	2.0000	group
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Qp	17.4150	m ³ /jam
	Kapasitas produksi group = Kapasitas produksi pasangan	Qg	17.4150	m ³ /jam
	Kebutuhan tenaga			
	a. Mandor	Nm	2.0000	orang
	b. Tukang	Nt	6.0000	orang
	c. Pekerja	Np	20.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	28.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm / Qg		0.1148	jam
	b. Tukang = Nt / Qg		0.3445	jam
	c. Pekerja = Np / Qg		1.1484	jam
4.2	Koefisien bahan telah ditetapkan dalam spek adalah :			
	a. Batu belah		1.1700	m ³
	b. Semen		3.5280	zak
	c. Pasir		0.3675	m ³

Alternatif-3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3	Kebutuhan mortar untuk 1 m³ pasangan batu			
	a. Mortar		0.3500	m ³
	b. Mortar untuk siar		0.0175	m ³
	Volume mortar	Vm	0.3675	m ³
2.3	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	3.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	1.5000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T ₁ + T ₂			
	a. Waktu putar	Cm	7.5000	menit
	b. Waktu terbang	T1	6.0000	menit
		T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	9.6000	m ³ /jam
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Q	26.1224	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.1148	jam
3.3	Tenaga Kerja			
	Jumlah group tenaga kerja	N	3.0000	group
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Qp	26.1224	m ³ /jam
	Kapasitas produksi group = Kapasitas produksi pasangan	Qg	26.1224	m ³ /jam
	Kebutuhan tenaga			
	a. Mandor	Nm	3.0000	orang
	b. Tukang	Nt	9.0000	orang
	c. Pekerja	Np	30.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	42.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm / Qg		0.1148	jam
	b. Tukang = Nt / Qg		0.3445	jam
	c. Pekerja = Np / Qg		1.1484	jam
4.3	Koefisien bahan telah ditetapkan dalam spek adalah :			
	a. Batu belah		1.1700	m ³
	b. Semen		3.5280	zak
	c. Pasir		0.3675	m ³

Alternatif-4

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.4	Kebutuhan mortar untuk 1 m³ pasangan batu			
	a. Mortar		0.3500	m ³
	b. Mortar untuk siar		0.0175	m ³
	Volume mortar	Vm	0.3675	m ³
2.4	Concrete Mixer			
	Jumlah concrete mixer	N	4.0000	buah
	Volumer mixer	V	0.5000	m ³
	Kapasitas mixer	q	2.0000	m ³
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time = T ₁ + T ₂			
	a. Waktu putar	Cm	7.5000	menit
	b. Waktu terbang	T1	6.0000	menit
		T2	1.5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	12.8000	m ³ /jam
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Q	34.8299	m ³ /jam
	Koefisien concrete mixer = N/Q		0.1148	jam
3.4	Tenaga Kerja			
	Jumlah group tenaga kerja	N	4.0000	group
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Qp	34.8299	m ³ /jam
	Kapasitas produksi group = Kapasitas produksi pasangan	Qg	34.8299	m ³ /jam
	Kebutuhan tenaga			
	a. Mandor	Nm	4.0000	orang
	b. Tukang	Nt	12.0000	orang
	c. Pekerja	Np	40.0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	56.0000	orang
	Koefisien tenaga per m ³			
	a. Mandor = Nm / Qg		0.1148	jam
	b. Tukang = Nt / Qg		0.3445	jam
	c. Pekerja = Np / Qg		1.1484	jam
4.4	Koefisien bahan telah ditetapkan dalam spek adalah :			
	a. Batu belah		1.1700	m ³
	b. Semen		3.5280	zak
	c. Pasir		0.3675	m ³

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Timbunan dengan bahan-bahan terpilih
 Volume : 902,960 m3

Alternatif-I

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Excavator-Hitachi 0,8 m3			
	Kapasitas bucket	q	0.8000	m3
	Faktor bucket	fb	0.9000	
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
	a. Faktor alat	Ee	0.8000	
	b. Faktor operator	Eo	0.8300	
	c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	23.0000	detik
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	6.0000	detik
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wsi	6.0000	detik
	c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
	c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	6.0000	detik
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Q	53.8775	m3/jam
	Cm			
2.1	Dump Truck 3-4 m3			
	Site output excavator	Qe	53.8775	m3/jam
	Kapasitas bak	qs	4.0000	m3
	Rata-rata jarak angkut	D	3.0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	20.4545	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T1	4.4545	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T2	12.0000	menit
	c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Q	7.5093	m3/jam
	Cm			
3	Motor Grader			
	Kapasitas alat		110.0000	Hp
	Lebar efektif blade	Le	2.5000	m
	Rata-rata kecepatan	V	5.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Jumlah lintasan	N	12.0000	kali
	Tebal hamparan	t	0.2000	m
	Kapasitas hamparan = $\frac{Le \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	166.6667	m3/jam
4	Pedestrian Roller			
	Lebar drum	B	0.8000	m
	Kecepatan rata-rata	V	1.5000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	4.0000	kali
	Tebal pemadatan	t	0.2000	m
	Efisiensi alat	E	0.9000	
	Site output alat = $\frac{B \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	54.0000	m3/jam
	N			
5	Pneumatic Tire Roller			
	Lebar efektif roda	B	1.5000	m
	Kecepatan rata-rata	V	6.0000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	8.0000	kali
	Efisiensi alat	E	0.7000	
	Tebal pemadatan	t	0.2000	m
	Site output alat = $\frac{B \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	157.5000	m3/jam
	N			
6	Water Tanker			
	Kapasitas tanki air	q	4.0000	m3
	Kebutuhan air per m3 timbunan	q1	0.0900	m3
	Efisiensi alat	E	0.7000	
	Jumlah pengisian tanki	N	6.0000	kali
	Site output alat = $q \times N \times E$	Q	186.6667	m3/hr
	q1			

Alternatif-II

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.2	Excavator-Komatsu PC220-1			
	Kapasitas bucket	q	0.9000	m3
	Faktor bucket	fb	0.9000	
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
	a. Faktor alat	Ee	0.8000	
	b. Faktor operator	Eo	0.8300	
	c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	21.0000	detik
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	6.0000	detik
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wsi	5.0000	detik
	c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
	c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	5.0000	detik
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Q	66.3848	m3/jam
	Cm			
2.2	Dump Truck 3-4 m3			
	Site output excavator	Qe	66.3848	m3/jam
	Kapasitas bak	qs	4.0000	m3
	Rata-rata jarak angkut	D	3.0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	19.6153	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T1	3.6153	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T2	12.0000	menit
	c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Q	7.8306	m3/jam
	Cm			

Alternatif-III

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3	Excavator-Kobelco			
	Kapasitas bucket	q	0.9000	m3
	Faktor bucket	fb	0.9000	
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
	a. Faktor alat	Ee	0.8000	
	b. Faktor operator	Eo	0.8300	
	c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	19.0000	detik
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	6.0000	detik
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wsi	4.0000	detik
	c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
	c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	4.0000	detik
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Q	73.3727	m3/jam
	Cm			
2.3	Dump Truck 3-4 m3			
	Site output excavator	Qe	73.3727	m3/jam
	Kapasitas bak	qs	4.0000	m3
	Rata-rata jarak angkut	D	3.0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	19.2710	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T1	3.2710	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T2	12.0000	menit
	c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Q	7.9705	m3/jam
	Cm			

Jenis Pekerjaan : Timbunan dengan bahan-bahan terpilih
Volume : 902,960 m³

Alternatif-IV

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.4	Excavator-Caterpillar E200			
	Kapasitas bucket	q	1.2000	m ³
	Faktor bucket	fb	0.9000	
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	E	0.5976	
	a. Faktor alat	Ee	0.8000	
	b. Faktor operator	Eo	0.8300	
	c. Faktor lokasi	Et	0.9000	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Cm	24.0000	detik
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wg	7.0000	detik
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wsi	6.0000	detik
	c. Waktu untuk menumpah	Wb	5.0000	detik
	c. Waktu untuk swing kembali	Wsk	6.0000	detik
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Q	77.4490	m ³ /jam
	Cm			
2.4	Dump Truck 3-4 m ³			
	Site output excavator	Qe	77.4490	m ³ /jam
	Kapasitas bak	qs	4.0000	m ³
	Rata-rata jarak angkut	D	3.0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	30.0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0.8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	19.0988	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$	T1	3.0988	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$	T2	12.0000	menit
	c. Waktu untuk menumpah	T3	1.0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	3.0000	menit
	Faktor konversi tanah	f	0.8000	
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Q	8.0424	m ³ /jam
	Cm			

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Galian biasa
Volume : 184,5 m³

Alternatif-I					Alternatif-II						
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan		
1.1	Excavator-Hitachi 0,8 m ³	q	0.8000	m ³	1.2	Excavator-Komatsu PC220-1	q	0.9000	m ³		
	Kapasitas bucket	fb	0.5000			Kapasitas bucket	fb	0.5000			
	Faktor bucket	E	0.5976			Faktor bucket	E	0.5976			
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000			Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000			
	a. Faktor alat	Eo	0.8300			a. Faktor alat	Eo	0.8300			
	b. Faktor operator	Et	0.9000			b. Faktor operator	Et	0.9000			
	c. Faktor lokasi	Cm	32.0000	detik		c. Faktor lokasi	Cm	30.0000	detik		
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	15.0000	detik		Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	15.0000	detik		
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	6.0000	detik		a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	5.0000	detik		
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik		b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik		
	c. Waktu untuk menumpah	Wsk	6.0000	detik		c. Waktu untuk menumpah	Wsk	5.0000	detik		
	d. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000			c. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000			
	Faktor konversi tanah	Q	21.5136	m ³ /jam		Faktor konversi tanah	Q	25.8163	m ³ /jam		
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm				Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm				
2.1	Dump Truck 3-4 m ³	Qe	21.5136	m ³ /jam	2.2	Dump Truck 3-4 m ³	Qe	25.8163	m ³ /jam		
	Site output excavator	qs	4.0000	m ³		Site output excavator	qs	4.0000	m ³		
	Kapasitas bak	D	0.5000	Km		Kapasitas bak	D	0.5000	Km		
	Rata-rata jarak angkut	V	30.0000	Km/jam		Rata-rata jarak angkut	V	30.0000	Km/jam		
	Rata-rata kecepatan	E	0.8000			Rata-rata kecepatan	E	0.8000			
	Efisiensi alat	Cm	17.1557	menit		Efisiensi alat	Cm	15.2964	menit		
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1	11.1557	menit		Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1	9.2964	menit		
	a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T2	2.0000	menit		a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T2	2.0000	menit		
	b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T3	1.0000	menit		b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T3	1.0000	menit		
	c. Waktu untuk menumpah	T4	3.0000	menit		c. Waktu untuk menumpah	T4	3.0000	menit		
	d. Waktu untuk menunggu	f	0.8000			d. Waktu untuk menunggu	f	0.8000			
	Faktor konversi tanah	Q	8.9533	m ³ /jam		Faktor konversi tanah	Q	10.0415	m ³ /jam		
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				
	Alternatif-III	1.3	Excavator-Kobelco	q		0.9000	m ³	Alternatif-IV	1.4	Excavator-Caterpillar E200	q
Kapasitas bucket			fb	0.5000		Kapasitas bucket	fb			0.5000	
Faktor bucket			E	0.5976		Faktor bucket	E			0.5976	
Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)			Ee	0.8000		Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee			0.8000	
a. Faktor alat			Eo	0.8300		a. Faktor alat	Eo			0.8300	
b. Faktor operator			Et	0.9000		b. Faktor operator	Et			0.9000	
c. Faktor lokasi			Cm	28.0000	detik	c. Faktor lokasi	Cm			34.0000	detik
Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)			Wg	15.0000	detik	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg			17.0000	detik
a. Waktu untuk mengisi bucket			Wsi	4.0000	detik	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi			6.0000	detik
b. Waktu untuk mengangkat dan swing			Wb	5.0000	detik	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb			5.0000	detik
c. Waktu untuk menumpah			Wsk	4.0000	detik	c. Waktu untuk menumpah	Wsk			6.0000	detik
d. Waktu untuk swing kembali			f	0.8000		c. Waktu untuk swing kembali	f			0.8000	
Faktor konversi tanah			Q	27.6603	m ³ /jam	Faktor konversi tanah	Q			30.3721	m ³ /jam
Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$			Cm			Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm				
2.3	Dump Truck 3-4 m ³	Qe	27.6603	m ³ /jam	2.4	Dump Truck 3-4 m ³	Qe	30.3721	m ³ /jam		
	Site output excavator	qs	4.0000	m ³		Site output excavator	qs	4.0000	m ³		
	Kapasitas bak	D	0.5000	Km		Kapasitas bak	D	0.5000	Km		
	Rata-rata jarak angkut	V	30.0000	Km/jam		Rata-rata jarak angkut	V	30.0000	Km/jam		
	Rata-rata kecepatan	E	0.8000			Rata-rata kecepatan	E	0.8000			
	Efisiensi alat	Cm	14.8767	menit		Efisiensi alat	Cm	13.9020	menit		
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1	8.6767	menit		Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1	7.9020	menit		
	a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T2	2.0000	menit		a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe	T2	2.0000	menit		
	b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T3	1.0000	menit		b. Waktu mengangkat dan kembali = (60 x 2 x D)/V	T3	1.0000	menit		
	c. Waktu untuk menumpah	T4	3.0000	menit		c. Waktu untuk menumpah	T4	3.0000	menit		
	d. Waktu untuk menunggu	f	0.8000			d. Waktu untuk menunggu	f	0.8000			
	Faktor konversi tanah	Q	10.4656	m ³ /jam		Faktor konversi tanah	Q	11.0488	m ³ /jam		
	Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Galian Konstruksi 0 -2 m
 Volume : 503.550 m3

Alternatif-I					Alternatif-II					
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	
1.1	Excavator-Hitachi 0,8 m3	q	0.8000	m3	1.2	Excavator-Komatsu PC220-1	q	0.9000	m3	
	Kapasitas bucket	fb	0.5000			Kapasitas bucket	fb	0.5000		
	Faktor bucket	E	0.5976			Faktor bucket	E	0.5976		
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000			Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000		
	a. Faktor alat	Eo	0.8300			a. Faktor alat	Eo	0.8300		
	b. Faktor operator	Et	0.9000			b. Faktor operator	Et	0.9000		
	c. Faktor lokasi	Cm	45.0000	detik		c. Faktor lokasi	Cm	41.0000	detik	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	28.0000	detik		Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	26.0000	detik	
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	6.0000	detik		a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	5.0000	detik	
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik		b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik	
	c. Waktu untuk menumpah	Wsk	6.0000	detik		c. Waktu untuk menumpah	Wsk	5.0000	detik	
	c. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000			c. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000		
	Faktor konversi tanah	Q	15.2986	m3/jam		Faktor konversi tanah	Q	18.8900	m3/jam	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm				Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm			
	2.1	Dump Truck 3-4 m3	Qe	15.2986		m3/jam	2.2	Dump Truck 3-4 m3	Qe	18.8900
Site output excavator		qs	4.0000	m3	Site output excavator	qs		4.0000	m3	
Kapasitas bak		D	0.5000	Km	Kapasitas bak	D		0.5000	Km	
Rata-rata jarak angkut		V	30.0000	Km/jam	Rata-rata jarak angkut	V		30.0000	Km/jam	
Rata-rata kecepatan		E	0.8000		Rata-rata kecepatan	E		0.8000		
Efisiensi alat		Cm	21.6878	menit	Efisiensi alat	Cm		18.7051	menit	
Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4		T1	15.6878	menit	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1		12.7051	menit	
a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$		T2	2.0000	menit	a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$	T2		2.0000	menit	
b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$		T3	1.0000	menit	b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$	T3		1.0000	menit	
c. Waktu untuk menumpah		T4	3.0000	menit	c. Waktu untuk menumpah	T4		3.0000	menit	
d. Waktu untuk menunggu		f	0.8000		d. Waktu untuk menunggu	f		0.8000		
Faktor konversi tanah		Q	7.0823	m3/jam	Faktor konversi tanah	Q		8.2116	m3/jam	
Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$		Cm			Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				

Alternatif-III					Alternatif-IV					
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	
1.3	Excavator-Kobelco	q	0.9000	m3	1.4	Excavator-Caterpillar E200	q	1.2000	m3	
	Kapasitas bucket	fb	0.5000			Kapasitas bucket	fb	0.5000		
	Faktor bucket	E	0.5976			Faktor bucket	E	0.5976		
	Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000			Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt)	Ee	0.8000		
	a. Faktor alat	Eo	0.8300			a. Faktor alat	Eo	0.8300		
	b. Faktor operator	Et	0.9000			b. Faktor operator	Et	0.9000		
	c. Faktor lokasi	Cm	39.0000	detik		c. Faktor lokasi	Cm	45.0000	detik	
	Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	26.0000	detik		Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk)	Wg	28.0000	detik	
	a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	4.0000	detik		a. Waktu untuk mengisi bucket	Wsi	6.0000	detik	
	b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik		b. Waktu untuk mengangkat dan swing	Wb	5.0000	detik	
	c. Waktu untuk menumpah	Wsk	4.0000	detik		c. Waktu untuk menumpah	Wsk	6.0000	detik	
	c. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000			c. Waktu untuk swing kembali	f	0.8000		
	Faktor konversi tanah	Q	19.8587	m3/jam		Faktor konversi tanah	Q	22.9478	m3/jam	
	Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm				Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	Cm			
	2.3	Dump Truck 3-4 m3	Qe	19.8587		m3/jam	2.4	Dump Truck 3-4 m3	Qe	22.9478
Site output excavator		qs	4.0000	m3	Site output excavator	qs		4.0000	m3	
Kapasitas bak		D	0.5000	Km	Kapasitas bak	D		0.5000	Km	
Rata-rata jarak angkut		V	30.0000	Km/jam	Rata-rata jarak angkut	V		30.0000	Km/jam	
Rata-rata kecepatan		E	0.8000		Rata-rata kecepatan	E		0.8000		
Efisiensi alat		Cm	18.0854	menit	Efisiensi alat	Cm		16.4585	menit	
Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4		T1	12.0854	menit	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	T1		10.4585	menit	
a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$		T2	2.0000	menit	a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$	T2		2.0000	menit	
b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$		T3	1.0000	menit	b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$	T3		1.0000	menit	
c. Waktu untuk menumpah		T4	3.0000	menit	c. Waktu untuk menumpah	T4		3.0000	menit	
d. Waktu untuk menunggu		f	0.8000		d. Waktu untuk menunggu	f		0.8000		
Faktor konversi tanah		Q	8.4930	m3/jam	Faktor konversi tanah	Q		9.3326	m3/jam	
Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$		Cm			Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Cm				

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Galian Konstruksi 2 - 4 m
Volume : 180,00 m3

Alternatif-I					Alternatif-II				
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Excavator-Hitachi 0,8 m3 Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt) a. Faktor alat b. Faktor operator c. Faktor lokasi Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk) a. Waktu untuk mengisi bucket b. Waktu untuk mengangkat dan swing c. Waktu untuk menumpah c. Waktu untuk swing kembali Faktor konversi tanah Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	q fb E Ee Eo Et Cm Wg Wsi Wb Wsk f Q	0.8000 0.4000 0.5976 0.8000 0.8300 0.9000 45.0000 28.0000 6.0000 5.0000 6.0000 0.8000 12.2388	m3 detik detik detik detik detik m3/jam	1.2	Excavator-Komatsu PC220-1 Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt) a. Faktor alat b. Faktor operator c. Faktor lokasi Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk) a. Waktu untuk mengisi bucket b. Waktu untuk mengangkat dan swing c. Waktu untuk menumpah c. Waktu untuk swing kembali Faktor konversi tanah Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	q fb E Ee Eo Et Cm Wg Wsi Wb Wsk f Q	0.9000 0.4000 0.5976 0.8000 0.8300 0.9000 41.0000 26.0000 5.0000 5.0000 5.0000 0.8000 15.1120	m3 detik detik detik detik detik m3/jam
2.1	Dump Truck 3-4 m3 Site output excavator Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$ b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$ c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	12.2388 4.0000 0.5000 30.0000 0.8000 25.6097 19.6097 2.0000 1.0000 3.0000 0.8000 5.9977	m3/jam m3 Km Km/jam menit menit menit menit menit menit m3/jam	2.2	Dump Truck 3-4 m3 Site output excavator Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$ b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$ c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	15.1120 4.0000 0.5000 30.0000 0.8000 21.8814 15.8814 2.0000 3.0000 0.8000 7.0197	m3/jam m3 Km Km/jam menit menit menit menit menit m3/jam

Alternatif-III					Alternatif-IV				
No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3	Excavator-Kobelco Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt) a. Faktor alat b. Faktor operator c. Faktor lokasi Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk) a. Waktu untuk mengisi bucket b. Waktu untuk mengangkat dan swing c. Waktu untuk menumpah c. Waktu untuk swing kembali Faktor konversi tanah Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	q fb E Ee Eo Et Cm Wg Wsi Wb Wsk f Q	0.9000 0.4000 0.5976 0.8000 0.8300 0.9000 39.0000 26.0000 4.0000 5.0000 4.0000 0.8000 15.8870	m3 detik detik detik detik detik m3/jam	1.4	Excavator-Caterpillar E200 Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt) a. Faktor alat b. Faktor operator c. Faktor lokasi Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk) a. Waktu untuk mengisi bucket b. Waktu untuk mengangkat dan swing c. Waktu untuk menumpah c. Waktu untuk swing kembali Faktor konversi tanah Site output alat = $3600 \times q \times fb \times E \times f$	q fb E Ee Eo Et Cm Wg Wsi Wb Wsk f Q	1.2000 0.4000 0.5976 0.8000 0.8300 0.9000 45.0000 28.0000 6.0000 5.0000 6.0000 0.8000 18.3583	m3 detik detik detik detik detik m3/jam
2.3	Dump Truck 3-4 m3 Site output excavator Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$ b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$ c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	15.8870 4.0000 0.5000 30.0000 0.8000 21.1067 15.1067 2.0000 1.0000 3.0000 0.8000 7.2773	m3/jam m3 Km Km/jam menit menit menit menit menit menit m3/jam	2.4	Dump Truck 3-4 m3 Site output excavator Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = $(60 \times qs)/Qe$ b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$ c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $60 \times qs \times E \times f$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	18.3583 4.0000 0.5000 30.0000 0.8000 19.0731 13.0731 2.0000 3.0000 0.8000 8.0532	m3/jam m3 Km Km/jam menit menit menit menit menit m3/jam

Jenis Pekerjaan : Lapis resap pengikat
Volume : 1057,80 liter

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Asphalt Sprayer-BKSD-TS55	q	600 0000	liter
	Kapasitas tangki	E	0 6500	
	Efisiensi alat	Cm	2	jam
	Waktu siklus (termasuk proses pemanasan)	Q	195 0000	liter
Site output alat per jam = $\frac{q \times E}{Cm}$				
2	Flat Bed Truck	Q	195 0000	liter/jam
Site output Flat Bed Truck = site output Asphalt Sprayer				
3	Air Compressor	Q	195 0000	liter/jam
Site output Air Compressor = site output Asphalt Sprayer				
4	Alat Bantu	Ls	1 0000	

Jenis Pekerjaan : Lapis perekat aspal emulsi
Volume : 1919,52 liter

Alternatif-I

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Asphalt Sprayer-BKSD-TS55	q	600 0000	liter
	Kapasitas tangki	E	0 6500	
	Efisiensi alat	Cm	2	jam
	Waktu siklus (termasuk proses pemanasan)	Q	195 0000	liter
Site output alat per jam = $\frac{q \times E}{Cm}$				
2	Flat Bed Truck	Q	195 0000	liter/jam
Site output Flat Bed Truck = site output Asphalt Sprayer				
3	Air Compressor	Q	195 0000	liter/jam
Site output Air Compressor = site output Asphalt Sprayer				
4	Alat Bantu	Ls	1 0000	

Alternatif-II

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.2	Asphalt Sprayer-Sakai 850 Liter	q	850 0000	liter
	Kapasitas tangki	E	0 8000	
	Efisiensi alat	Cm	2.4	jam
	Waktu siklus (termasuk proses pemanasan)	Q	283 3333	liter
Site output alat per jam = $\frac{q \times E}{Cm}$				

Alternatif-III

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.3	Asphalt Sprayer-Hanta-PK1000	q	1000 0000	liter
	Kapasitas tangki	E	0 8000	
	Efisiensi alat	Cm	2.7	jam
	Waktu siklus (termasuk proses pemanasan)	Q	296 2963	liter
Site output alat per jam = $\frac{q \times E}{Cm}$				

Jenis Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB)

Volume 52,89 m³

Jenis Pekerjaan Pemadatan Tanah Dasar timbunan

Volume : 304,10 m³

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Asphalt Mixing Plant-Shing Saeng 40 ton			
	Kapasitas	q	40 0000	ton/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Kapasitas produksi efektif = q x E	qe	32 0000	ton/jam
	Berat volume AC	Bj	2 3000	ton/m ³
	Untuk m ³ = qe / Bj	Q1	13 9130	m ³ /jam
2	Wheel Loader			
	Kapasitas bucket	q	1 4000	m ³
	Berat volume ATB	Bj	2 3000	ton/m ³
	V1 = Kapasitas bucket x Bj	V1	3 2200	ton
	Efisiensi alat	E	0 6000	
	Waktu muat	Cm	1 0000	menit
	Site output alat = $\frac{60 \times V1 \times E}{Cm}$	Q	115 9200	ton/jam
	Output per jam dipakai = $\frac{Q}{Bj}$	Q1	50 4000	m ³ /jam
3	Dump Truck 3-4 m3			
	Site output wheel loader	Qw	115 9200	ton/jam
	Kapasitas bak	qs	14 0000	ton
	Rata-rata jarak angkut	D	40 0000	Km
	Kecepatan rata-rata	V	35 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	2 9065	jam
	a. Waktu untuk mengisi bak = qs/Qw	T1	0 1208	jam
	b. Waktu mengangkut dan kembali = (2 x D) / V	T2	2 2857	jam
	c. Waktu untuk menumpah	T3	0 2500	jam
	d. Waktu untuk menunggu	T4	0 2500	jam
	Berat volume ATB	Bj	2 3000	ton/m ³
	Kapasitas angkut dump truck = $\frac{qs \times E}{Cm}$	Q	3 8534	ton/jam
	Output per jam dipakai = $\frac{Q}{Bj}$	Q	1 6754	m ³ /jam
4	Asphalt Finisher			
	Lebar efektif penghamparan	Le	3 5000	m
	Kecepatan menghampar	V	65 0000	m/jam
	Tebal hamparan	t	0 0500	m
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Site output alat = t x Le x V x E	Q	9 1000	m ³ /jam
5	Tandem Roller			
	Lebar drum	B	1 2000	m
	Tebal pemadatan	t	0 0500	m
	Kecepatan rata-rata	V	2500 0000	m/jam
	Jumlah lintasan	N	4 0000	kali
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Site output alat = $\frac{B \times V \times E \times t}{N}$	Q	30 0000	m ³ /jam
6	Pneumatic Tire Roller-Sakai 10 ton			
	Lebar efektif roda	B	1 5000	m
	Kecepatan rata-rata	V	6 0000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	16 0000	kali
	Efisiensi alat	t	0 8000	
	Tebal pemadatan	E	0 0500	m
	Site output alat = $\frac{B \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	22 5000	m ³ /jam
6	Water Tanker			
	Kapasitas tanki air	q	4 0000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0 0900	m ³
	Efisiensi alat	E	0 7000	
	Jumlah pengisian tanki	N	6 0000	
	Site output alat = $\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	186 6667	m ³ /hr

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Motor Grader			
	Kapasitas alat		110 0000	Hp
	Lebar efektif blade	Le	2 5000	m
	Kecepatan rata-rata	V	4 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Jumlah lintasan	N	12 0000	kali
	Tebal hamparan	t	0 2000	m
	Kapasitas hamparan = $\frac{Le \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	133 3333	m ³ /jam
2.1	Vibratory Roller			
	Lebar drum	B	1 3500	m
	Kecepatan rata-rata	V	3 5000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	10 0000	kali
	Tebal pemadatan	t	0 2000	m
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Site output alat = $\frac{B \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	75 6000	m ³ /jam
3	Water Tanker			
	Kapasitas tanki air	q	4 0000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0 0900	m ³
	Efisiensi alat	E	0 7000	
	Jumlah pengisian tanki	N	6 0000	
	Site output alat = $\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	186 6667	m ³ /hr

Jenis Pekerjaan : Aspal Beton

Volume : 2399,40 m²

Alternatif-1

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1.1	Asphalt Mixing Plant-Shing Saeng 40 ton			
	Kapasitas	q	40 0000	ton/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Kapasitas produksi efektif = q x E	qe	32 0000	ton/jam
	Berat volume AC	Bj	2 3000	ton/m ³
	Tebal hamparan padat	t	0 0400	m
	Untuk m ³ = qe / Bj	Q1	13 9130	m ³ /jam
	Untuk m ² = Q1 / t	Q2	347 8261	m ² /jam
2.1	Wheel Loader-Kobelco			
	Kapasitas bucket	q	1 2000	m ³
	Tebal hamparan padat	t	0 0400	m
	Berat volume AC	Bj	2 3000	ton/m ³
	V1 = Kapasitas bucket x Bj	V1	2 7600	ton
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Waktu muat	Cm	1 0000	menit
	Site output alat = $\frac{60 \times V1 \times E}{Cm}$	Q	132 4800	ton/jam
	Output per jam dipakai = $\frac{Q}{Bj \times t}$	Q	1440 0000	m ² /jam
3	Dump Truck 3-4 m³			
	Site output wheel loader	Qw	132 4800	ton/jam
	Kapasitas bak	qs	12 0000	ton
	Rata-rata jarak angkut	D	40 0000	Km
	Kecepatan rata-rata	V	35 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	2 8763	jam
	a. Waktu untuk mengisi bak = qs/Qw	T1	0 0906	jam
	b. Waktu mengangkut dan kembali = (2 x D) / V	T2	2 2857	jam
	c. Waktu untuk menumpah	T3	0 2500	jam
	d. Waktu untuk menunggu	T4	0 2500	jam
	Tebal hamparan padat	t	0 0400	m
	Berat volume AC	Bj	2 3000	ton/m ³
	Kapasitas angkut dump truck = $\frac{qs \times E}{Cm}$	Q	3 3376	ton/jam
	Output per jam dipakai = $\frac{Q}{Bj \times t}$	Q	36 2786	m ² /jam
4	Asphalt Finisher			
	Lebar efektif penghamparan	Le	3 5000	m
	Kecepatan menghampar	V	65 0000	m/jam
	Tebal hamparan	t	0 0400	m
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Site output alat = t x Le x V x E	Q	7 2800	m ³ /jam
		Q	182 0000	m ² /jam
5	Tandem Roller			
	Lebar drum	B	1 2000	m
	Tebal pemadatan	t	0 0400	m
	Kecepatan rata-rata	V	2500 0000	m/jam
	Jumlah lintasan	N	8 0000	kali
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Site output alat = $\frac{B \times V \times E \times t}{N}$	Q	12 0000	m ³ /jam
		Q	300 0000	m ² /jam
6	Pneumatic Tire Roller			
	Lebar efektif roda	B	1 5000	m
	Kecepatan rata-rata	V	6 0000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	16 0000	kali
	Efisiensi alat	t	0 8000	
	Tebal pemadatan	E	0 0400	m
	Site output alat = $\frac{B \times V \times 1000 \times t \times E}{N}$	Q	18 0000	m ³ /jam
		Q	450 0000	m ² /jam
6	Water Tanker			
	Kapasitas tanki air	q	4 0000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0 0900	m ³
	Efisiensi alat	E	0 7000	
	Jumlah pengisian tanki	N	6 0000	
	Site output alat = $\frac{q \times N \times E}{q1}$	Q	186 6667	m ³ /hr

Jenis Pekerjaan : Lapis pondasi agregat kelas A
Volume : 211,56 m³

Jenis Pekerjaan : Lapis pondasi agregat kelas B
Volume : 313,97 m³

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Wheel Loader				1	Wheel Loader			
	Kapasitas bucket	q	1 4000	m ³		Kapasitas bucket	q	1 4000	m ³
	Faktor bucket	fb	0 8000			Faktor bucket	fb	0 8000	
	Efisiensi alat	E	0 6000			Efisiensi alat	E	0 6000	
	Cycle time memuat	Cm	40 0000	detik		Cycle time memuat	Cm	40 0000	detik
	Site output alat = $(3600 \times q \times E \times fb)$	Q	60 4800	m ³ /jam		Site output alat = $(3600 \times q \times E \times fb)$	Q	60 4800	m ³ /jam
	Cm				Cm				
2	Dump Truck 3-4 m³				2	Dump Truck 3-4 m³			
	Site output wheel loader	Qw	60 4800	m ³ /jam		Site output wheel loader	Qw	60 4800	m ³ /jam
	Kapasitas bak	qs	4 0000	m ³		Kapasitas bak	qs	4 0000	m ³
	Rata-rata jarak angkut	D	3 0000	Km		Rata-rata jarak angkut	D	4 0000	Km
	Kecepatan rata-rata	V	30 0000	Km/jam		Kecepatan rata-rata	V	30 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000			Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	0 3161	jam		Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	0 3828	jam
	a Waktu untuk mengisi bak = qs/Qw	T1	0 0661	jam		a Waktu untuk mengisi bak = qs/Qw	T1	0 0661	jam
	b Waktu mengangkut dan kembali = (2 x D)/V	T2	0 2000	jam		b Waktu mengangkut dan kembali = (2 x D)/V	T2	0 2667	jam
	c Waktu untuk menumpah	T3	0 0167	jam		c Waktu untuk menumpah	T3	0 0167	jam
	d Waktu untuk menunggu	T4	0 0333	jam		d Waktu untuk menunggu	T4	0 0333	jam
	Faktor konversi tanah	f	0 8000			Faktor konversi tanah	f	0 8000	
Kapasitas angkut dump truck = $qs \times E \times f$	Q	8 0977	m ³ /jam	Kapasitas angkut dump truck = $qs \times E \times f$	Q	6 6875	m ³ /jam		
	Cm				Cm				
3	Motor Grader				3	Motor Grader			
	Kapasitas alat		110 0000	Hp		Kapasitas alat		110 0000	Hp
	Lebar efektif blade	Le	2 5000	m		Lebar efektif blade	Le	2 5000	m
	Kecepatan rata-rata	V	4 0000	Km/jam		Kecepatan rata-rata	V	4 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000			Efisiensi alat	E	0 8000	
	Jumlah lintasan	N	12 0000	kali		Jumlah lintasan	N	12 0000	kali
Tebal hamparan	t	0 2000	m	Tebal hamparan	t	0 2000	m		
Kapasitas hamparan = $Le \times V \times 1000 \times t \times E$	Q	133 3333	m ³ /jam	Kapasitas hamparan = $Le \times V \times 1000 \times t \times E$	Q	133 3333	m ³ /jam		
	N				N				
4	Pedestrian Roller				4	Vibratory Roller			
	Lebar drum	B	0 8000	m		Lebar drum	B	1 3500	m
	Kecepatan rata-rata	V	1 5000	Km/jam		Kecepatan rata-rata	V	3 5000	Km/jam
	Jumlah lintasan	N	4 0000	kali		Jumlah lintasan	N	10 0000	kali
	Tebal pemadatan	t	0 2000	m		Tebal pemadatan	t	0 2000	m
	Efisiensi alat	E	0 9000			Efisiensi alat	E	0 6000	
Site output alat = $B \times V \times 1000 \times t \times E$	Q	54 0000	m ³ /jam	Site output alat = $B \times V \times 1000 \times t \times E$	Q	75 6000	m ³ /jam		
	N				N				
5	Pneumatic Tire Roller				5	Water Tanker			
	Lebar efektif roda	B	1 5000	m		Kapasitas tanki air	q	4 0000	m ³
	Kecepatan rata-rata	V	6 0000	Km/jam		Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0 0900	m ³
	Jumlah lintasan	N	8 0000	kali		Efisiensi alat	E	0 7000	
	Efisiensi alat	t	0 7000			Jumlah pengisian tanki	N	6 0000	
	Tebal pemadatan	E	0 2000	m		Site output alat = $q \times N \times E$	Q	186 6667	m ³ /hr
Site output alat = $B \times V \times 1000 \times t \times E$	Q	157 5000	m ³ /jam		q1				
	N				N				
6	Water Tanker				6	Unit pencampur dengan alat Wheel Loader			
	Kapasitas tanki air	q	4 0000	m ³		Kapasitas bucket	q	1 8000	m ³
	Kebutuhan air per m ³ timbunan	q1	0 0900	m ³		Efisiensi alat	E	0 8000	
	Efisiensi alat	E	0 7000			Cycle time pencampur	Cm	90 0000	detik
	Jumlah pengisian tanki	N	6 0000	kali		Faktor konversi tanah	f	1 0000	
	Site output alat = $q \times N \times E$	Q	186 6667	m ³ /hr		Site output alat = $(3600 \times q \times E \times f)$	Q	57 6000	m ³ /jam
	q1				Cm				

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Pembongkaran Pasangan Bata, Batu, Beton
Volume : 67,41m³

Jenis Pekerjaan : Galian Batu
Volume : 202,50 m³

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Compressor dan Jack Hammer Produksi per jam Jack Hammer	q	6.0000	m ³ /jam
2	Dump Truck 3-4 m ³ Site output compressor dan jack hammer Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe b. Waktu mengangkut dan kembali = (60 x 2 x D)/V c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $\frac{60 \times qs \times E \times f}{Cm}$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	6.0000 4.0000 1.0000 30.0000 0.8000 48.0000 40.0000 4.0000 1.0000 3.0000 0.8000 3.2000	m ³ /jam m ³ Km Km/jam menit menit menit menit menit menit menit m ³ /jam

Jenis Pekerjaan : Pembersihan dan Penyiapan Badan Jalan
Volume : 759,235 m³

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Bulldozer-Catterpillar D7D Lebar blade Tinggi blade Faktor blade Kapasitas blade = L x H x H x fb Jarak gusur Faktor manajemen peralatan = (EexEcxEoxEtxEm) a. Faktor alat b. Faktor cuaca c. Faktor operator d. Faktor lokasi e. Faktor manajemen dan manusia Cycle Time = $\frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$ a. Kecepatan maju b. Kecepatan mundur c. Waktu ganti persneling Faktor konversi tanah Site output alat = $\frac{60 \times q \times E \times f}{Cm}$	L H fb q D E Ee Ec Eo Et Em Cm F R Z f Q	4.1000 0.9700 1.1000 4.2435 50.0000 0.5630 0.9000 1.0000 0.8500 0.8000 0.9200 2.1444 45.0000 60.0000 0.2000 0.8000 53.4793	m m m m ³ m menit menit menit menit menit menit detik m/menit m/menit menit menit m ³ /jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Excavator Breaker Produksi 1 kali penge-jack-an Cycle time = T1+T2+T3 a. Waktu 1 kali Penge-jack-an b. Waktu swing c. Waktu tunggu Site output alat = $\frac{q \times 60}{Cm}$	q Cm T1 T2 T3 Q	0.5000 2.0000 1.0000 0.5000 0.5000 15.0000	m ³ menit menit menit m ³ /jam
2	Excavator-Hitachi 0,8 m ³ Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor manajemen peralatan = (EexEoxEt) a. Faktor alat b. Faktor operator c. Faktor lokasi Cycle Time = (Wg+Wsi+Wb+Wsk) a. Waktu untuk mengisi bucket b. Waktu untuk mengangkut dan swing c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk swing kembali Faktor konversi tanah Site output alat = $\frac{3600 \times q \times fb \times E \times f}{Cm}$	q fb E Ee Eo Et Cm Wg Wsi Wb Wsk f Q	0.8000 0.4000 0.5976 0.8000 0.8300 0.9000 49.0000 28.0000 8.0000 6.0000 7.0000 0.8000 11.2398	m ³ menit menit menit menit menit detik detik detik detik detik detik detik m ³ /jam
3	Dump Truck 3-4 m ³ Site output excavator Kapasitas bak Rata-rata jarak angkut Rata-rata kecepatan Efisiensi alat Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4 a. Waktu untuk mengisi bak = (60 x qs)/Qe b. Waktu mengangkut dan kembali = (60 x 2 x D)/V c. Waktu untuk menumpah d. Waktu untuk menunggu Faktor konversi tanah Kapasitas angkut dump truck = $\frac{60 \times qs \times E \times f}{Cm}$	Qe qs D V E Cm T1 T2 T3 T4 f Q	11.2398 4.0000 0.5000 30.0000 0.8000 27.3528 21.3528 2.0000 1.0000 3.0000 0.8000 5.6155	m ³ /jam m ³ Km Km/jam menit menit menit menit menit menit menit m ³ /jam

LAMPIRAN 2-1

Jenis Pekerjaan : Patok Penuntun

Volume : 22,00 buah

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1 Bahan				
	Patok penuntun	n	22 0000	buah
	Cat, dll		1 0000	buah
2 Dump Truck 3-4 m3				
	Kapasitas 1 kali angkut	qs	20 0000	buah
	Rata-rata jarak angkut	D	15 0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	50 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	63 0000	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak	T1	12 0000	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$	T2	36 0000	menit
	c. Waktu untuk menurunkan	T3	10 0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	5 0000	menit
	Kapasitas angkut dump truck = $\frac{60 \times qs \times E}{Cm}$	Q	15 2381	buah/jam
	Koefisien dump truck = 1/Q		0 0656	
3 Tenaga Kerja				
	Kapasitas produksi per-jam dump truck	Q	15 2381	m2/jam
	Kebutuhan tenaga :			
	a. Mandor	Nm	1 0000	orang
	b. Tukang	Nt	2 0000	orang
	c. Pekerja	Np	5 0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = Nm / Q		0 0656	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 1313	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 3281	jam

Jenis Pekerjaan : Rambu Jalan Tunggal

Volume : 3,00 buah

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1 Bahan				
	Rambu jalan tunggal (pelat, rambu, beton)	n	3 0000	buah
	Cat, dll		1 0000	buah
2 Dump Truck 3-4 m3				
	Kapasitas 1 kali angkut	qs	14 0000	buah
	Rata-rata jarak angkut	D	15 0000	Km
	Rata-rata kecepatan	V	50 0000	Km/jam
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time dump truck = T1+T2+T3+T4	Cm	57 0000	menit
	a. Waktu untuk mengisi bak	T1	10 0000	menit
	b. Waktu mengangkat dan kembali = $(60 \times 2 \times D)/V$	T2	36 0000	menit
	c. Waktu untuk menurunkan	T3	8 0000	menit
	d. Waktu untuk menunggu	T4	3 0000	menit
	Kapasitas angkut dump truck = $\frac{60 \times qs \times E}{Cm}$	Q	11 7895	buah/jam
	Koefisien dump truck = 1/Q		0 0848	
3 Tenaga Kerja				
	Kapasitas produksi per-jam dump truck	Q	11 7895	m2/jam
	Kebutuhan tenaga :			
	a. Mandor	Nm	1 0000	orang
	b. Tukang	Nt	2 0000	orang
	c. Pekerja	Np	5 0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = Nm / Q		0 0848	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 1696	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 4241	jam

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu Pada Perkerasan Saluran Air

Volume : 1434 m3

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1 Kebutuhan mortar untuk 1 m3 pasangan batu				
	Volume mortar	Vm	0 3500	m3
2 Concrete Mixer				
	Volume Mixer	q	0 5000	m3
	Efisiensi alat	E	0 8000	
	Cycle time = T1 + T2	Cm	7 5000	menit
	a. Waktu putar	T1	6 0000	menit
	b. Waktu terbang	T2	1 5000	menit
	Kapasitas produksi concrete mixer per-jam :			
	$\frac{q \times E \times 60}{Cm}$	Q	3 2000	m3/jam
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Q	9 1429	m3/jam
	Koefisien concrete mixer = 1/Q		0 1094	jam
3 Tenaga Kerja				
	Jumlah group tenaga kerja	N	1 0000	group
	Kapasitas produksi pasangan per-jam = Q/Vm	Qp	9 1429	m3/jam
	Kapasitas produksi group = Qp x N	Qg	9 1429	m3/jam
	Kebutuhan tenaga :			
	a. Mandor	Nm	1 0000	orang
	b. Tukang	Nt	3 0000	orang
	c. Pekerja	Np	10 0000	orang
	Jumlah total pekerja	N	14 0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = Nm / Qg		0 1094	jam
	b. Tukang = Nt / Qg		0 3281	jam
	c. Pekerja = Np / Qg		1 0938	jam
4 Koefisien bahan telah ditetapkan dalam spek adalah :				
	a. Batu belah		1 1700	m3
	b. Semen		3 5280	zak
	c. Pasir		0 3500	m3

Jenis Pekerjaan : Marka Jalan

Volume : 20,995 m2

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1 Bahan				
	Faktor kehilangan material (5%)	Fh	1 0500	
	Tebal lapisan cat	t	0 0030	m
	Berat jenis bahan cat	Bj	0 8500	Kg/Lt
	Cat marka jalan = $(1m \times 1m) \times R \times Fh \times Bj$ cat		2 6775	
2 Air Compressor				
	Kapasitas penyemprotan:	q	40 0000	Lt
	Jumlah cat cair = $(1m \times 1m) \times t \times 1000$	R	3 0000	Lt/m2
	Produktivitas = q / R	Q	13 3333	m2/jam
	Koefisien air compressor = 1/Q		0 0750	jam
3 Tenaga Kerja				
	Kapasitas produksi per-jam air compressor	Q	13 3333	m2/jam
	Kebutuhan tenaga :			
	a. Mandor	Nm	1 0000	orang
	b. Tukang	Nt	2 0000	orang
	c. Pekerja	Np	5 0000	orang
	Koefisien tenaga per m3			
	a. Mandor = Nm / Q		0 0750	jam
	b. Tukang = Nt/Q		0 1500	jam
	c. Pekerja = Np/Q		0 3750	jam

Jenis Pekerjaan... Timbunan dengan bahan-bahan terpilih

Alternatif 1

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Hitachi 0.6 m ³	=	53.88 m ³ /jam
Excavator	53.88 /	53.88 =	1.0000 = 1 unit
Dump Truck 3-4 m ³	53.88 /	7.51 =	7.1747 = 7 unit
Motor Grader	53.88 /	166.67 =	0.3233 = 1 unit
Pedestrian Roller	53.88 /	54.00 =	0.9377 = 1 unit
Pneumatic Roller	53.88 /	157.50 =	0.3421 = 1 unit
Water Tanker	53.88 /	186.67 =	0.2886 = 1 unit
Koefisien masing-masing alat			
Excavator	1 /	53.88 =	0.0186
Dump Truck 3-4 m ³	7 /	53.88 =	0.1299
Motor Grader	1 /	53.88 =	0.0186
Pedestrian Roller	1 /	53.88 =	0.0186
Pneumatic Roller	1 /	53.88 =	0.0186
Water Tanker	1 /	53.88 =	0.0186
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :			
Mandor	2 orang		
Pekerja	8 orang		
Koefisien Mandor	2 /	53.88 =	0.0371
Koefisien Pekerja	8 /	53.88 =	0.1485

Alternatif 3

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Kobelco	=	73.37 m ³ /jam
Excavator	73.37 /	73.37 =	1.0000 = 1 unit
Dump Truck 3-4 m ³	73.37 /	7.97 =	9.2055 = 9 unit
Motor Grader	73.37 /	166.67 =	0.4402 = 1 unit
Pedestrian Roller	73.37 /	54.00 =	1.3588 = 1 unit
Pneumatic Roller	73.37 /	157.50 =	0.4658 = 1 unit
Water Tanker	73.37 /	186.67 =	0.3931 = 1 unit
Koefisien masing-masing alat			
Excavator	1 /	73.37 =	0.0136
Dump Truck 3-4 m ³	9 /	73.37 =	0.1227
Motor Grader	1 /	73.37 =	0.0136
Pedestrian Roller	1 /	73.37 =	0.0136
Pneumatic Roller	1 /	73.37 =	0.0136
Water Tanker	1 /	73.37 =	0.0136
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :			
Mandor	2 orang		
Pekerja	8 orang		
Koefisien Mandor	2 /	73.37 =	0.0273
Koefisien Pekerja	8 /	73.37 =	0.1090

Alternatif 2

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Komatsu PC220-1	=	66.38 m ³ /jam
Excavator	66.38 /	66.38 =	1.0000 = 1 unit
Dump Truck 3-4 m ³	66.38 /	7.83 =	8.4776 = 8 unit
Motor Grader	66.38 /	166.67 =	0.3983 = 1 unit
Pedestrian Roller	66.38 /	54.00 =	1.2293 = 1 unit
Pneumatic Roller	66.38 /	157.50 =	0.4215 = 1 unit
Water Tanker	66.38 /	186.67 =	0.3556 = 1 unit
Koefisien masing-masing alat			
Excavator	1 /	66.38 =	0.0151
Dump Truck 3-4 m ³	8 /	66.38 =	0.1205
Motor Grader	1 /	66.38 =	0.0151
Pedestrian Roller	1 /	66.38 =	0.0151
Pneumatic Roller	1 /	66.38 =	0.0151
Water Tanker	1 /	66.38 =	0.0151
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :			
Mandor	2 orang		
Pekerja	8 orang		
Koefisien Mandor	2 /	66.38 =	0.0301
Koefisien Pekerja	8 /	66.38 =	0.1205

Alternatif 4

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Caterpillar E200	=	77.45 m ³ /jam
Excavator	77.45 /	77.45 =	1.0000 = 1 unit
Dump Truck 3-4 m ³	77.45 /	8.04 =	9.6301 = 10 unit
Motor Grader	77.45 /	166.67 =	0.4647 = 1 unit
Pedestrian Roller	77.45 /	54.00 =	1.4342 = 1 unit
Pneumatic Roller	77.45 /	157.50 =	0.4817 = 1 unit
Water Tanker	77.45 /	186.67 =	0.4149 = 1 unit
Koefisien masing-masing alat			
Excavator	1 /	77.45 =	0.0129
Dump Truck 3-4 m ³	10 /	77.45 =	0.1291
Motor Grader	1 /	77.45 =	0.0129
Pedestrian Roller	1 /	77.45 =	0.0129
Pneumatic Roller	1 /	77.45 =	0.0129
Water Tanker	1 /	77.45 =	0.0129
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut :			
Mandor	2 orang		
Pekerja	8 orang		
Koefisien Mandor	2 /	77.45 =	0.0258
Koefisien Pekerja	8 /	77.45 =	0.1033

Jenis Pekerjaan : Galian biasa

Alternatif-1

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Hitachi 0,8 m3	=	21.51 m3/jam		Excavator-Komatsu PC220-1	=	25.82 m3/jam
Excavator	21.51 /	21.51 =	1.0000 =	1 unit	25.82 /	25.82 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	21.51 /	8.95 =	2.4029 =	2 unit	25.82 /	10.04 =	2.5710 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	21.51 =	0.0465		Excavator	1 /	25.82 =
Dump Truck 3-4 m3	2 /	21.51 =	0.0930		Dump Truck 3-4 m3	3 /	25.82 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	21.51 =	0.0465		Koefisien Mandor	1 /	25.82 =
Koefisien Pekerja	4 /	21.51 =	0.1859		Koefisien Pekerja	4 /	25.82 =

Alternatif-3

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Kobelco	=	27.66 m3/jam		Excavator-Caterpillar E200	=	30.37 m3/jam
Excavator	27.66 /	27.66 =	1.0000 =	1 unit	30.37 /	30.37 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	27.66 /	10.47 =	2.6430 =	3 unit	30.37 /	11.05 =	2.7489 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	27.66 =	0.0362		Excavator	1 /	30.37 =
Dump Truck 3-4 m3	3 /	27.66 =	0.1085		Dump Truck 3-4 m3	3 /	30.37 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	27.66 =	0.0362		Koefisien Mandor	1 /	30.37 =
Koefisien Pekerja	4 /	27.66 =	0.1446		Koefisien Pekerja	4 /	30.37 =

Jenis Pekerjaan : Galian konstruksi 0 - 2 m

Alternatif-1

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Hitachi 0,8 m3	=	15.30 m3/jam		Excavator-Komatsu PC220-1	=	18.89 m3/jam
Excavator	15.30 /	15.30 =	1.0000 =	1 unit	18.89 /	18.89 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	15.30 /	7.08 =	2.1601 =	2 unit	18.89 /	8.21 =	2.3004 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	15.30 =	0.0654		Excavator	1 /	18.89 =
Dump Truck 3-4 m3	2 /	15.30 =	0.1307		Dump Truck 3-4 m3	2 /	18.89 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	15.30 =	0.0654		Koefisien Mandor	1 /	18.89 =
Koefisien Pekerja	4 /	15.30 =	0.2615		Koefisien Pekerja	4 /	18.89 =

Alternatif-3

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Kobelco	=	19.86 m3/jam		Excavator-Caterpillar E200	=	22.95 m3/jam
Excavator	19.86 /	19.86 =	1.0000 =	1 unit	22.95 /	22.95 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	19.86 /	8.49 =	2.3382 =	2 unit	22.95 /	9.33 =	2.4589 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	19.86 =	0.0504		Excavator	1 /	22.95 =
Dump Truck 3-4 m3	2 /	19.86 =	0.1007		Dump Truck 3-4 m3	2 /	22.95 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	19.86 =	0.0504		Koefisien Mandor	1 /	22.95 =
Koefisien Pekerja	4 /	19.86 =	0.2014		Koefisien Pekerja	4 /	22.95 =

Alternatif-2

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Komatsu PC220-1	=	25.82 m3/jam		Excavator-Komatsu PC220-1	=	25.82 m3/jam
Excavator	25.82 /	25.82 =	1.0000 =	1 unit	25.82 /	25.82 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	25.82 /	10.04 =	2.5710 =	3 unit	25.82 /	10.04 =	2.5710 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	25.82 =	0.0387		Excavator	1 /	25.82 =
Dump Truck 3-4 m3	3 /	25.82 =	0.1162		Dump Truck 3-4 m3	3 /	25.82 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	25.82 =	0.0387		Koefisien Mandor	1 /	25.82 =
Koefisien Pekerja	4 /	25.82 =	0.1549		Koefisien Pekerja	4 /	25.82 =

Alternatif-4

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Caterpillar E200	=	30.37 m3/jam		Excavator-Caterpillar E200	=	30.37 m3/jam
Excavator	30.37 /	30.37 =	1.0000 =	1 unit	30.37 /	30.37 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	30.37 /	11.05 =	2.7489 =	3 unit	30.37 /	11.05 =	2.7489 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	30.37 =	0.0329		Excavator	1 /	30.37 =
Dump Truck 3-4 m3	3 /	30.37 =	0.0988		Dump Truck 3-4 m3	3 /	30.37 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	30.37 =	0.0329		Koefisien Mandor	1 /	30.37 =
Koefisien Pekerja	4 /	30.37 =	0.1317		Koefisien Pekerja	4 /	30.37 =

Alternatif-2

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Komatsu PC220-1	=	18.89 m3/jam		Excavator-Komatsu PC220-1	=	18.89 m3/jam
Excavator	18.89 /	18.89 =	1.0000 =	1 unit	18.89 /	18.89 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	18.89 /	8.21 =	2.3004 =	2 unit	18.89 /	8.21 =	2.3004 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	18.89 =	0.0529		Excavator	1 /	18.89 =
Dump Truck 3-4 m3	2 /	18.89 =	0.1059		Dump Truck 3-4 m3	2 /	18.89 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	18.89 =	0.0529		Koefisien Mandor	1 /	18.89 =
Koefisien Pekerja	4 /	18.89 =	0.2118		Koefisien Pekerja	4 /	18.89 =

Alternatif-4

Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas	Excavator-Caterpillar E200	=	22.95 m3/jam		Excavator-Caterpillar E200	=	22.95 m3/jam
Excavator	22.95 /	22.95 =	1.0000 =	1 unit	22.95 /	22.95 =	1.0000 =
Dump Truck 3-4 m3	22.95 /	9.33 =	2.4589 =	2 unit	22.95 /	9.33 =	2.4589 =
Koefisien masing-masing alat							
Excavator	1 /	22.95 =	0.0436		Excavator	1 /	22.95 =
Dump Truck 3-4 m3	2 /	22.95 =	0.0872		Dump Truck 3-4 m3	2 /	22.95 =
Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut					Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut		
Mandor	1 orang				Mandor	1 orang	
Pekerja	4 orang				Pekerja	4 orang	
Koefisien Mandor	1 /	22.95 =	0.0436		Koefisien Mandor	1 /	22.95 =
Koefisien Pekerja	4 /	22.95 =	0.1743		Koefisien Pekerja	4 /	22.95 =

Jenis Pekerjaan : Lapis Dasar
Alternatif 1
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Asphalt Sprayer
 Flat Bed Truck

Asphalt Sprayer-BKSC-TS65
 195.00 / 195.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 195.00 / 195.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit

Jenis Pekerjaan : Galian konstruksi 2 - 4 m
Alternatif 1
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Koefisien masing-masing alat
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator-Hitachi 0.8 m3
 12.24 / 12.24 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 12.24 / 6.00 = 2.0406 = 2.0406 = 2 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 12.24 = 0.0817
 2 / 12.24 = 0.1634

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Alternatif 3
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Koefisien masing-masing alat
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 2 orang
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator-Kobico
 15.89 / 15.89 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 15.89 / 7.28 = 2.1831 = 2.1831 = 2 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 15.89 = 0.0629
 2 / 15.89 = 0.1259

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Jenis Pekerjaan : Galian Batu
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Excavator Breaker
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Koefisien masing-masing alat
 Excavator Breaker
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator Breaker
 15.00 / 15.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 15.00 / 11.24 = 1.3345 = 1.3345 = 1 unit
 15.00 / 5.62 = 2.6712 = 2.6712 = 3 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 15.00 = 0.0667
 1 / 15.00 = 0.0667
 3 / 15.00 = 0.2000

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Jenis Pekerjaan : Pembersihan dan Penyiapan Badan Jalan
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Bulldozer-Caterpillar D7D
 Bulldozer
 Koefisien masing-masing alat
 Bulldozer
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Bulldozer-Caterpillar D7D
 53.48 / 53.48 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 53.48 / 53.48 = 0.0187

Buldozer
 1 / 53.48 = 0.0187
 1 orang

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Jenis Pekerjaan : Galian Batu
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Excavator Breaker
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Koefisien masing-masing alat
 Excavator Breaker
 Excavator
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator Breaker
 15.00 / 15.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 15.00 / 11.24 = 1.3345 = 1.3345 = 1 unit
 15.00 / 5.62 = 2.6712 = 2.6712 = 3 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 15.00 = 0.0667
 1 / 15.00 = 0.0667
 3 / 15.00 = 0.2000

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Jenis Pekerjaan : Pembongkaran Pasangan Batu Beton
 Berdasarkan kapasitas produksi alat diambil kapasitas
 Compressor dan Jack Hammer
 Jack Hammer
 Air Compressor
 Dump Truck 3-4 m3
 Koefisien masing-masing alat
 Jack Hammer
 Air Compressor
 Dump Truck 3-4 m3
 Untuk mengoperasikan 1 set alat-alat diperlukan tenaga kerja sebagai berikut:
 2 orang
 6 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Compressor dan Jack Hammer
 6.00 / 6.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 6.00 / 6.00 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 6.00 / 3.20 = 1.8750 = 1.8750 = 2 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 6.00 = 0.1667
 1 / 6.00 = 0.1667
 6 / 6.00 = 1.0000 = 1.0000 = 6 orang

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator-Komatsu PC220-1
 15.11 / 15.11 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 15.11 / 7.02 = 2.1528 = 2.1528 = 2 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 15.11 = 0.0662
 2 / 15.11 = 0.1323

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator-Caterpillar E200
 18.36 / 18.36 = 1.0000 = 1.0000 = 1 unit
 18.36 / 8.05 = 2.2796 = 2.2796 = 2 unit

Dump Truck 3-4 m3
 1 / 18.36 = 0.0545
 2 / 18.36 = 0.1089

Mandor
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Excavator
 1 orang
 4 orang
 Pekerja
 Koefisien Mandor
 Koefisien Pekerja

Lapis Perekat Aspal Emulsi													
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15		Overtime (Jam II)			
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja	jam	0,0051	2.500,00	12,82	0,0051	19,23	0,0059	3.750,00	22,12	0,0069	5,000,00	34,62
1	Mandor	jam	0,0410	2.000,00	82,05	0,0410	123,08	0,0472	3.000,00	141,54	0,0554	4,000,00	271,54
2	Tukang	jam	0,0821	1.850,00	151,79	0,0821	227,69	0,0944	2.775,00	261,85	0,1108	3.700,00	409,85
B	Material	Kg	0,8880	2.000,00	1.776,00	0,8880	1.776,00	0,8880	2.000,00	1.776,00	0,8880	2.000,00	1.776,00
1	Aspal	Lt	0,2530	400,00	101,20	0,2530	101,20	0,2530	400,00	101,20	0,2530	400,00	101,20
2	Kerosene	Lt											
3													
4													
C	Peralatan	jam	0,0051	22.000,00	112,82	0,0051	112,82	0,0059	22.000,00	129,74	0,0069	22.000,00	152,31
1	Asphalt Sprayer	jam	0,0051	57.401,32	294,37	0,0051	294,37	0,0059	57.401,92	338,52	0,0069	57.401,92	397,40
2	Flat Bed Truck	jam	0,0051	22.000,00	112,82	0,0051	112,82	0,0059	22.000,00	129,74	0,0069	22.000,00	152,31
3	Air Compressor	jam	0,0051	150,00	150,00	0,0051	150,00	0,0059	150,00	150,00	0,0069	150,00	150,00
4	Alat Bantu	Ls	1,0000			1,0000		1,0000			1,0000		
5													
6													
7													
8													
D											2.917,21	3.050,71	3.395,21

Gelagar Beton Pratekan Pre-cast Standar Bina Marga													
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15		Overtime (Jam I)			
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja	jam	0,8682	2.170,50	1.868,20	0,8682	1.868,20	0,9884	3.750,00	3.744,11	1,1721	5,860,35	
1	Mandor	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	0,00	
2	Tukang	jam	10,4185	1.850,00	19.274,41	10,4186	28.911,62	11,9814	2.775,00	33.248,36	14,0651	52.040,91	
3	Pekerja	jam											
B	Material	bh	1,0000	75.000,000,00	75.000,000,00	1,0000	75.000,000,00	1,0700	75.000,000,00	75.000,000,00	1,0000	75.000,000,00	
1	Gelagar beton pratekan pre-cast standar Bina Marga												
C	Peralatan	jam	0,8682	92.141,35	79.997,12	0,8682	79.997,12	0,9984	92.141,35	91.998,69	1,1721	107.996,11	
1	Wheel Crane	jam	0,8682	67.670,38	58.769,79	0,8682	58.769,79	0,9984	67.690,38	67.584,11	1,1721	79.337,86	
2	Truck Crane	jam	0,8682	57.401,92	49.836,35	0,8682	49.836,35	0,9984	57.401,92	57.311,80	1,1721	67.279,07	
3	Flat Bed Truck	jam	0,8682	25.000,00	25.000,00	0,8682	25.000,00	1,0000	25.000,00	25.000,00	1,0000	25.000,00	
4	Alat bantu	Ls	1,0000			1,0000		1,0000			1,0000		
a	Pier Portal												
b	Acrow Panel												
c	Roller												
D											75.245,736,62	75.278,865,06	75.337,514,30

Timbunan dengan Bahan-Bahan Terpilih

Jenis Pekerjaan
Saluran Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4			
			Excavator-Hitachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Caterpillar E210J	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas
A	Tenaga Kerja														
1	Mandor	jam	2.500,00	92,80	0,0371	2.500,00	0,0301	75,32	2.500,00	0,0273	68,15	2.500,00	0,0256	64,56	0,0000
2	Tukang	jam	2.000,00	0,00	0,0000	2.000,00	0,0000	0,00	2.000,00	0,0000	0,00	2.000,00	0,0000	0,0000	0,0000
3	Pekerja	jam	1.850,00	274,70	0,1485	1.850,00	0,1705	272,94	1.850,00	0,1090	201,71	1.850,00	0,1033	191,09	0,1033
B	Material														
1	Material Pihhan	m3	15.000,00	18.000,00	1,2000	15.000,00	1,2000	18.000,00	15.000,00	1,2000	18.000,00	15.000,00	1,2000	18.000,00	1,2000
C	Peralatan														
1	Excavator	jam	106.885,27	1.963,86	0,0186	106.885,27	0,0151	1.810,09	106.885,27	0,0136	1.456,74	106.885,27	0,0129	1.360,07	0,0129
2	Dump Truck 3.4 m3	jam	39.915,84	5.186,04	0,1299	39.915,84	0,1205	4.910,24	39.915,84	0,1227	4.886,13	39.915,84	0,1291	5.153,83	0,1291
3	Motor Grader	jam	88.392,12	1.640,61	0,0186	88.392,12	0,0151	1.331,51	88.392,12	0,0136	1.204,70	88.392,12	0,0129	1.141,30	0,0129
4	Pedestrian Roller	jam	15.076,19	279,82	0,0186	15.076,19	0,0151	227,10	15.076,19	0,0136	205,47	15.076,19	0,0129	194,66	0,0129
5	Pneumatic Roller	jam	50.557,09	938,37	0,0186	50.557,09	0,0151	761,58	50.557,09	0,0136	689,04	50.557,09	0,0129	652,78	0,0129
6	Water Tanker	jam	43.556,14	808,43	0,0186	43.556,14	0,0151	656,12	43.556,14	0,0136	593,63	43.556,14	0,0129	562,39	0,0129
7	Alat Bantu	Ls	500,00	500,00	1,0000	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	1,0000
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			29.704,63				28.194,89			27.815,58			27.840,67	

Jenis Pekerjaan
Saluran Pekerjaan

Aspal Beton

No	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3						
			Asphalt Mixing Plant-Shing Saeng 40 ton	Asphalt Mixing Plant-Tamako TASP40	Asphalt Mixing Plant-Shing Saeng 50 ton	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas	
A	Tenaga Kerja														
1	Mandor	jam	2.500,00	7,19	0,0029	2.500,00	0,0027	6,76	2.500,00	0,0025	6,13	2.500,00	0,0025	6,13	0,0025
2	Tukang	jam	2.000,00	5,75	0,0029	2.000,00	0,0027	5,41	2.000,00	0,0025	4,91	2.000,00	0,0025	4,91	0,0025
3	Pekerja	jam	1.850,00	47,87	0,0259	1.850,00	0,0244	45,05	1.850,00	0,0221	40,85	1.850,00	0,0221	40,85	0,0221
B	Material														
1	Agregat Kasar	m3	60.000,00	1.632,00	0,0272	60.000,00	0,0272	1.632,00	60.000,00	0,0272	1.632,00	60.000,00	0,0272	1.632,00	0,0272
2	Agregat Halus	m3	50.000,00	1.125,00	0,0221	50.000,00	0,0225	1.125,00	50.000,00	0,0225	1.125,00	50.000,00	0,0225	1.125,00	0,0225
3	Bahan Pengisi/Filler	Kg	500,00	4.036,00	8,0720	500,00	8,0720	4.036,00	500,00	8,0720	4.036,00	500,00	8,0720	4.036,00	8,0720
4	Aspal	Kg	2.000,00	10.915,80	5,4579	2.000,00	5,4579	10.915,80	2.000,00	5,4579	10.915,80	2.000,00	5,4579	10.915,80	5,4579
C	Peralatan														
1	Asphalt Mixing Plant	jam	574.720,32	1.652,32	0,0029	574.720,32	0,0027	1.555,13	574.720,32	0,0025	1.409,88	574.720,32	0,0025	1.409,88	0,0025
2	Wheel Loader	jam	75.000,00	52,08	0,0007	75.000,00	0,0007	52,08	75.000,00	0,0007	52,08	75.000,00	0,0007	52,08	0,0007
3	Dump Truck 3.4 m3	jam	39.915,84	1.100,26	0,0276	39.915,84	0,0276	1.100,26	39.915,84	0,0276	1.100,26	39.915,84	0,0276	1.100,26	0,0276
4	Asphalt Finisher	jam	41.876,15	230,09	0,0055	41.876,15	0,0055	230,09	41.876,15	0,0055	230,09	41.876,15	0,0055	230,09	0,0055
5	Tandem Roller	jam	43.514,15	145,05	0,0033	43.514,15	0,0033	145,05	43.514,15	0,0033	145,05	43.514,15	0,0033	145,05	0,0033
6	Pneumatic Tire Roller	jam	50.557,09	112,35	0,0027	50.557,09	0,0027	112,35	50.557,09	0,0027	112,35	50.557,09	0,0027	112,35	0,0027
7	Water Tanker	jam	43.556,14	125,22	0,0029	43.556,14	0,0027	117,86	43.556,14	0,0025	106,86	43.556,14	0,0025	106,86	0,0025
8	Generator Set	jam	25.000,00	71,88	0,0029	25.000,00	0,0027	67,65	25.000,00	0,0025	61,33	25.000,00	0,0025	61,33	0,0025
9	Alat Bantu	Ls	150,00	150,00	1,0000	150,00	1,0000	150,00	150,00	1,0000	150,00	150,00	1,0000	150,00	1,0000
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			21.408,85				21.296,49			21.128,69			21.128,69	

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan: Galian Batu

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1.15		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	0.0667	2.500,00	166,67	3.750,00	0.0667	0.0767	0.0667	3.750,00	257,50	0.0900	5.000,00	
2	Tukang	jam	0.0000	2.000,00	0,00	3.000,00	0.0000	0.0000	0.0000	3.000,00	0,00	0.0000	4.000,00	
3	Pekerja	jam	0.2667	1.850,00	493,33	2.775,00	0.2667	0.3067	0.3067	2.775,00	851,00	0.3600	3.700,00	
B	Material													
1														
2														
3														
C	Peralatan													
1	Excavator Breaker	jam	0.0667	191.000,00	12.733,33	191.000,00	0.0667	0.0767	0.0767	191.000,00	14.643,33	0.0900	191.000,00	
2	Excavator	jam	0.0667	106.885,27	7.125,68	106.885,27	0.0667	0.0767	0.0767	106.885,27	8.194,54	0.0900	106.885,27	
3	Dump Truck 3.4 m3	jam	0.2000	39.915,84	7.983,17	39.915,84	0.2000	0.2300	0.2300	39.915,84	9.180,64	0.2700	39.915,84	
4	Alat Bantu	Ls	1.0000	500,00	500,00	500,00	1.0000	1.0000	1.0000	500,00	500,00	1.0000	500,00	
5														
6														
7														
8														
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				29.002,19		21.332,19				33.657,01			36.868,95

Jenis Pekerjaan: Pembongkaran Pasirngin Batu, Batu, Beton

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1.15		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	0.3333	2.500,00	833,33	3.750,00	0.3333	0.3833	0.3833	3.750,00	1.437,50	0.4500	5.000,00	
2	Tukang	jam	0.0000	2.000,00	0,00	3.000,00	0.0000	0.0000	0.0000	3.000,00	0,00	0.0000	4.000,00	
3	Pekerja	jam	1.0000	1.850,00	1.850,00	2.775,00	1.0000	1.1500	1.1500	2.775,00	3.191,25	1.3500	3.700,00	
B	Material													
1														
2														
3														
C	Peralatan													
1	Jack Hammer	jam	0.1667	8.000,00	1.333,33	8.000,00	0.1667	0.1917	0.1917	8.000,00	1.533,33	0.2250	8.000,00	
2	Air Compressor	jam	0.1667	16.100,00	2.683,33	16.100,00	0.1667	0.1917	0.1917	16.100,00	3.085,83	0.2250	16.100,00	
3	Dump Truck 3.4 m3	jam	0.3333	39.915,84	13.305,28	39.915,84	0.3333	0.3833	0.3833	39.915,84	15.301,07	0.4500	39.915,84	
4	Alat Bantu	Ls	1.0000	500,00	500,00	500,00	1.0000	1.0000	1.0000	500,00	500,00	1.0000	500,00	
5														
6														
7														
8														
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				20.505,28		21.846,95				25.046,99			31.129,63

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan : Galian Konstruksi 0 - 2 m.
Satuan Pekerjaan : m3

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)			
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,0654	2.500,00	163,41	0,0654	3.750,00	245,12	3.750,00	281,89	5.000,00		
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	3.000,00	0,00	4.000,00		
3	Pekerja	jam	0,2615	1.850,00	483,71	0,2615	2.775,00	725,56	2.775,00	834,39	3.700,00		
B	Material												
1													
2													
3													
C	Peralatan												
1	Excavator	jam	0,0654	106.885,27	6.946,62	0,0654	106.885,27	6.946,62	106.885,27	8.034,62	106.885,27		
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	0,1307	39.915,84	5.218,25	0,1307	39.915,84	5.218,25	39.915,84	6.000,99	39.915,84		
3	Alat Bantu	Ls	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00		
4													
5													
6													
7													
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)										13.675,35	15.651,88	13.729,80

Jenis Pekerjaan : Galian Konstruksi 2 - 4 m.
Satuan Pekerjaan : m3

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)			
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,0817	2.500,00	204,27	0,0817	3.750,00	308,40	3.750,00	352,36	5.000,00		
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	3.000,00	0,00	4.000,00		
3	Pekerja	jam	0,3266	1.850,00	604,63	0,3266	2.775,00	908,95	2.775,00	1.042,99	3.700,00		
B	Material												
1													
2													
3													
C	Peralatan												
1	Excavator	jam	0,0817	106.885,27	8.733,28	0,0817	106.885,27	8.733,28	106.885,27	10.643,27	106.885,27		
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	0,1634	39.915,84	6.522,81	0,1634	39.915,84	6.522,81	39.915,84	7.501,23	39.915,84		
3	Alat Bantu	Ls	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00		
4													
5													
6													
7													
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)										16.564,99	19.439,85	23.279,75

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan : Pemadatan tanah Dasar Timbunan
 Satuan Pekerjaan : m²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15 (Rp)	Overtime (Jam I)		Kuantitas Overtime = Kn x 1,35 (Rp)	Overtime (Jam II)	
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,0132	2.500,00	33,07	0,0132	49,60	0,0152	3.750,00	57,04	0,0179	5.000,00	89,29
2	Tukang	jam	0,0926	2.000,00	185,19	0,0926	277,78	0,1065	3.000,00	319,44	0,1250	4.000,00	500,00
3	Pekerja	jam	0,1852	1.850,00	342,59	0,1852	513,89	0,2130	2.775,00	590,97	0,2500	3.700,00	925,00
B	Material												
1													
2													
3													
C	Peralatan												
1	Molot Grouker	jam	0,0132	88.392,12	1.169,21	0,0132	1.169,21	0,0152	88.392,12	1.343,59	0,0179	88.392,12	1.579,43
2	Vibratory Roller	jam	0,0132	15.076,19	199,42	0,0132	199,42	0,0152	15.076,19	229,33	0,0179	15.076,19	269,22
3	Water Tanker	jam	0,0132	43.556,14	1.76,14	0,0132	576,14	0,0152	43.556,14	663,56	0,0179	43.556,14	777,79
4													
5													
6													
7	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			3.505,61		3.786,04		4.203,94		5.199,72			

Jenis Pekerjaan : Galian Biasa
 Satuan Pekerjaan : m³

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15 (Rp)	Overtime (Jam I)		Kuantitas Overtime = Kn x 1,35 (Rp)	Overtime (Jam II)	
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,0465	2.500,00	116,21	0,0465	174,31	0,0535	3.750,00	200,45	0,0628	5.000,00	313,76
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	4.000,00	0,00
3	Pekerja	jam	0,1859	1.850,00	343,97	0,1859	515,35	0,2138	2.775,00	593,35	0,2510	3.700,00	928,71
B	Material												
1													
2													
3													
C	Peralatan												
1	Excavator	jam	0,0465	106.885,27	4.968,27	0,0465	4.968,27	0,0535	106.885,27	5.713,50	0,0628	106.885,27	6.707,16
2	Dump Truck 3-4 m ³	jam	0,0930	39.915,84	3.710,75	0,0930	3.710,75	0,1069	39.915,84	4.267,37	0,1255	39.915,84	5.009,52
3	Alat Bantu	Ls	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00
4													
5													
6													
7													
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			9.639,19		9.869,28		11.274,67		13.459,15			

LAMPIRAN 2-3

Pembesian dengan Tulangan Fotos

Jenis Pekerjaan		Kg									
Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Kuantitas		Kuantitas		Kuantitas	
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja										
1	Mandor	jam	0.0100	2.500,00	25,00	3.750,00	37,50	0.0100	37,50	0.0115	43,13
2	Tukang	jam	0.0300	2.000,00	60,00	3.000,00	90,00	0.0300	90,00	0.0345	103,50
3	Pekerja	jam	0.0500	1.650,00	166,50	2.775,00	249,75	0.0500	249,75	0.1035	287,21
B	Material										
1	Besi Beton	Kg	1.1000	2.600,00	2.860,00	2.600,00	2.860,00	1.1000	2.860,00	1.1000	2.860,00
2	Kawat Beton	Kg	0.0200	6.000,00	120,00	6.000,00	120,00	0.0200	120,00	0.0200	120,00
C	Peralatan										
1	Alat Baru	Ls	1.0000	250,00	250,00	250,00	250,00	1.0000	250,00	1.0000	250,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)										3.663,84

Pembesian dengan Tulangan Ulir

Jenis Pekerjaan		Kg									
Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Kuantitas		Kuantitas		Kuantitas	
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja										
1	Mandor	jam	0.0083	2.500,00	20,83	3.750,00	31,25	0.0083	31,25	0.0096	35,94
2	Tukang	jam	0.0250	2.000,00	50,00	3.000,00	75,00	0.0250	75,00	0.0288	86,25
3	Pekerja	jam	0.0750	1.850,00	138,75	2.775,00	208,13	0.0750	208,13	0.0853	239,34
B	Material										
1	Besi Beton	Kg	1.1000	2.600,00	2.860,00	2.600,00	2.860,00	1.1000	2.860,00	1.1000	2.860,00
2	Kawat Beton	Kg	0.0200	6.000,00	120,00	6.000,00	120,00	0.0200	120,00	0.0200	120,00
C	Peralatan										
1	Alat Baru	Ls	1.0000	500,00	500,00	500,00	500,00	1.0000	500,00	1.0000	500,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)										3.841,53

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu Pada Perkerasan Saluran Air
 Satuan Pekerjaan : m³

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Overtime (Jam I)		Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Overtime (Jam II)	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	0,1094	2.500,00	273,44	0,1094	3.750,00	410,16	0,1258	3.750,00	471,68	0,1477	5.000,00	738,28
2	Tukang	jam	0,3181	2.000,00	636,25	0,3281	3.900,00	984,38	0,3773	3.000,00	1.132,03	0,4430	4.000,00	1.771,58
3	Pekerja	jam	1,0338	1.850,00	2.023,44	1,0938	2.775,00	3.035,16	1,2578	2.775,00	3.490,43	1,4766	3.700,00	5.463,28
B	Material													
1	Batu Belah	m ³	1,1709	30.000,00	35.100,00	1,1700	30.000,00	35.100,00	1,1700	30.000,00	35.100,00	1,1700	30.000,00	35.100,00
2	Semen	Kg	176,4000	500,00	88.200,00	176,4000	500,00	88.200,00	176,4000	500,00	88.200,00	176,4000	500,00	88.200,00
3	Pasir	m ³	0,3500	30.000,00	10.500,00	0,3500	30.000,00	10.500,00	0,3500	30.000,00	10.500,00	0,3500	30.000,00	10.500,00
4														
5														
6														
7														
8														
C	Peralatan													
1	Concrete Mixer	jam	0,1094	15.972,65	1.747,01	0,1094	15.972,65	1.747,01	0,1258	15.972,65	2.009,06	0,1477	15.972,65	2.358,46
2	Alat Bantu	Ls	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00
3														
4														
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)												141.403,20	144.631,90

Jenis Pekerjaan : Bore Pile diameter 800 m
 Satuan Pekerjaan : m³

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Night Shift		Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Overtime (Jam I)		Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Overtime (Jam II)	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	1,4063	2.500,00	3.515,75	1,4063	3.750,00	5.273,63	1,6172	3.750,00	6.064,87	1,8985	5.000,00	9.492,53
2	Tukang	jam	4,2188	2.000,00	8.437,60	4,2188	3.000,00	12.656,40	4,8516	3.000,00	14.554,86	5,6964	4.000,00	22.781,52
3	Pekerja	jam	8,4375	1.850,00	15.609,38	8,4375	2.775,00	23.414,06	9,7031	2.775,00	26.926,17	11,3906	3.700,00	42.145,31
B	Material													
1	Beton	m ³	0,4945	352.718,51	174.419,30	0,4945	352.718,51	174.419,30	0,4945	352.718,51	174.419,30	0,4945	352.718,51	174.419,30
2	Baja Tulangan	kg	36,5680	3.689,58	134.920,68	36,5680	3.689,58	134.920,68	36,5680	3.689,58	134.920,68	36,5680	3.689,58	134.920,68
3	Pipa Casing	m ³	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00
4	Pipa Tremi	m ³	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00	1,1000	40.000,00	44.000,00
5														
6														
7														
8														
C	Peralatan													
1	Transit Mixer	jam	0,2000	33.325,78	6.665,16	0,2000	33.325,78	6.665,16	0,2300	33.325,78	7.664,93	0,2700	33.325,78	8.997,96
2	Concrete Vibrator	jam	0,2000	13.170,68	2.634,14	0,2000	13.170,68	2.634,14	0,2300	13.170,68	3.029,26	0,2700	13.170,68	3.556,08
3	Water Pump	jam	0,2000	11.731,32	2.346,26	0,2000	11.731,32	2.346,26	0,2300	11.731,32	2.698,20	0,2700	11.731,32	3.167,46
4	Bore Pile	jam	0,2000	50.000,00	10.000,00	0,2000	50.000,00	10.000,00	0,2300	50.000,00	11.500,00	0,2700	50.000,00	13.500,00
5	Alat Bantu	Ls	1,0000	2.500,00	2.500,00	1,0000	2.500,00	2.500,00	1,0000	2.500,00	2.500,00	1,0000	2.500,00	2.500,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)												472.278,08	503.480,85

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Diagrama Beton Kelas K-350

No	Uraian	Satuan	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)				
			Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja	m3											
1	Mandor	jam	0,3125	2.500,00	0,3125	781,25	1,171,88	0,3594	3.750,00	1.347,66	0,4219	5.000,00	2.109,38
2	Tukang	jam	0,3125	2.000,00	0,3125	625,00	937,50	0,3594	3.000,00	1.078,13	0,4219	4.000,00	1.687,50
3	Pekerja	jam	1,5625	1.850,00	1,5625	2.890,63	4.335,94	1,7969	2.775,00	4.986,33	2,1094	3.700,00	7.804,69
B	Material												
1	Semen	Kg	427,1186	500,00	427,1186	213.559,30	213.559,30	427,1186	500,00	213.559,30	427,1186	500,00	213.559,30
2	Pasir	m3	0,4859	30.000,00	0,4859	14.577,00	14.577,00	0,4859	30.000,00	14.577,00	0,4859	30.000,00	14.577,00
3	Agregat Kasar	m3	0,7458	60.000,00	0,7458	44.748,00	44.748,00	0,7458	60.000,00	44.748,00	0,7458	60.000,00	44.748,00
4	Kayu Perancah	m3	0,0800	450.000,00	0,0800	36.000,00	36.000,00	0,0800	450.000,00	36.000,00	0,0800	450.000,00	36.000,00
5	paku	Kg	0,8000	5.000,00	0,8000	4.000,00	4.000,00	0,8000	5.000,00	4.000,00	0,8000	5.000,00	4.000,00
6	Multiplek 15 m	Lb	0,6160	115.000,00	0,6160	70.840,00	70.840,00	0,6160	115.000,00	70.840,00	0,6160	115.000,00	70.840,00
7													
8													
C	Peralatan												
1	Concrete Mixer	jam	0,3125	15.972,65	0,3125	4.991,45	4.991,45	0,3594	15.972,65	5.740,17	0,4219	15.972,65	6.738,46
2	Water Tank Truck	jam	0,0594	43.556,14	0,0594	2.586,15	2.586,15	0,0683	43.556,14	2.974,07	0,0802	43.556,14	3.491,30
3	Concrete Vibrator	jam	0,3125	13.170,68	0,3125	4.115,84	4.115,84	0,3594	13.170,68	4.733,21	0,4219	13.170,68	5.556,38
4	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)					400.714,61	402.863,05			405.863,86			412.112,00

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Pasang Batu Kali

No	Uraian	Satuan	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)				
			Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,1148	2.500,00	0,1148	287,11	430,66	0,1321	3.750,00	495,26	0,1550	5.000,00	775,20
2	Tukang	jam	0,3445	2.000,00	0,3445	689,06	1.033,59	0,3962	3.000,00	1.188,63	0,4651	4.000,00	1.860,47
3	Pekerja	jam	1,1484	1.850,00	1,1484	2.124,61	3.196,91	1,3207	2.775,00	3.664,95	1,5504	3.700,00	5.736,45
B	Material												
1	Batu Belah	m3	1,1700	30.000,00	1,1700	35.100,00	35.100,00	1,1700	30.000,00	35.100,00	1,1700	30.000,00	35.100,00
2	Semen	Kg	176,4000	500,00	176,4000	88.200,00	88.200,00	176,4000	500,00	88.200,00	176,4000	500,00	88.200,00
3	Pasir	m3	0,3675	30.000,00	0,3675	11.025,00	11.025,00	0,3675	30.000,00	11.025,00	0,3675	30.000,00	11.025,00
4													
5													
6													
7													
8													
C	Peralatan												
1	Concrete Mixer	jam	0,1148	15.972,65	0,1148	1.334,36	1.334,36	0,1321	15.972,65	2.109,51	0,1550	15.972,65	2.476,38
2	Alat Bantu	Ls	1,0000	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00
3													
4													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)					139.160,14	141.310,53			142.283,36			145.673,49

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan Beton Kelas K-175 patta Elevasi

Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam)		Overtime (Jam II)			
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A Tenaga Kerja											
1	Mandor	jam	0,3125	2.500,00	781,25	0,3125	3.750,00	1.171,88	0,4219	5.000,00	2.109,38
2	Tukang	jam	0,3125	2.000,00	625,00	0,3125	3.000,00	937,50	0,4219	4.000,00	1.687,50
3	Pekerja	jam	1,5625	1.850,00	2.890,63	1,5625	2.775,00	4.335,94	2,1094	3.700,00	7.804,66
B Material											
1	Semen	Kg	207,8677	500,00	103.933,87	207,8677	500,00	103.933,87	207,8677	500,00	103.933,87
2	Pasir	m3	0,2144	30.000,00	6.432,00	0,2144	30.000,00	6.432,00	0,2144	30.000,00	6.432,00
3	Agregat Kasar	m3	0,4860	60.000,00	29.160,00	0,4860	60.000,00	29.160,00	0,4860	60.000,00	29.160,00
4	Kayu Perancah	m3	0,0244	450.000,00	10.980,00	0,0244	450.000,00	10.980,00	0,0244	450.000,00	10.980,00
5	paku	Kg	0,1240	5.000,00	620,00	0,1240	5.000,00	620,00	0,1240	5.000,00	620,00
6	Multiplek 15 m	Lb	0,1148	115.000,00	13.202,00	0,1148	115.000,00	13.202,00	0,1148	115.000,00	13.202,00
7											
8											
C Peralatan											
1	Concrete Mixer	jam	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,4219	15.972,65	6.738,46
2	Water Tank Truck	jam	0,0884	43.556,14	2.586,15	0,0884	43.556,14	2.586,15	0,0884	43.556,14	3.491,30
3	Concrete Vibrator	jam	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,4219	13.170,68	5.556,38
4	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00
D Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)											181.818,18
											183.966,62
											186.687,43
											193.215,57

Jenis Pekerjaan Beton Kelas K-125

Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam)		Overtime (Jam II)			
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A Tenaga Kerja											
1	Mandor	jam	0,3125	2.500,00	781,25	0,3125	3.750,00	1.171,88	0,4219	5.000,00	2.109,38
2	Tukang	jam	0,3125	2.000,00	625,00	0,3125	3.000,00	937,50	0,4219	4.000,00	1.687,50
3	Pekerja	jam	1,5625	1.850,00	2.890,63	1,5625	2.775,00	4.335,94	2,1094	3.700,00	7.804,69
B Material											
1	Semen	Kg	207,8677	500,00	103.933,87	207,8677	500,00	103.933,87	207,8677	500,00	103.933,87
2	Pasir	m3	0,2144	30.000,00	6.432,00	0,2144	30.000,00	6.432,00	0,2144	30.000,00	6.432,00
3	Agregat Kasar	m3	0,4860	60.000,00	29.160,00	0,4860	60.000,00	29.160,00	0,4860	60.000,00	29.160,00
4	Kayu Perancah	m3	0,0244	450.000,00	10.980,00	0,0244	450.000,00	10.980,00	0,0244	450.000,00	10.980,00
5	paku	Kg	0,1240	5.000,00	620,00	0,1240	5.000,00	620,00	0,1240	5.000,00	620,00
6	Multiplek 15 m	Lb	0,1148	115.000,00	13.202,00	0,1148	115.000,00	13.202,00	0,1148	115.000,00	13.202,00
7											
8											
C Peralatan											
1	Concrete Mixer	jam	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,4219	15.972,65	6.738,46
2	Water Tank Truck	jam	0,0884	43.556,14	2.586,15	0,0884	43.556,14	2.586,15	0,0884	43.556,14	3.491,30
3	Concrete Vibrator	jam	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,4219	13.170,68	5.556,38
4	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00
D Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)											181.818,18
											183.966,62
											186.687,43
											193.215,57

Jenis Pekerjaan Beton Kelas K-350 pada Elevasi

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,3125	2.500,00	781,25	0,3125	3.750,00	0,3594	3.750,00	0,4219	5.000,00	2.109,38
2	Tukang	jam	0,3125	2.000,00	625,00	0,3125	3.000,00	0,3594	3.000,00	0,4219	4.000,00	1.687,50
3	Pekerja	jam	1,5625	1.850,00	2.890,63	1,5625	2.775,00	1,7969	2.775,00	2,1094	3.700,00	7.804,69
B Material												
1	Semen	Kg	427,1186	500,00	213.559,30	427,1186	500,00	427,1186	500,00	427,1186	500,00	213.559,30
2	Pasir	m ³	0,4859	30.000,00	14.577,00	0,4859	30.000,00	0,4859	30.000,00	0,4859	30.000,00	14.577,00
3	Agregat Kasar	m ³	0,7456	60.000,00	44.748,00	0,7456	60.000,00	0,7458	60.000,00	0,7458	60.000,00	44.748,00
4	Kayu Perancah	m ³	0,0800	450.000,00	36.000,00	0,0800	450.000,00	0,0800	450.000,00	0,0800	450.000,00	36.000,00
5	paku	Kg	0,8000	5.000,00	4.000,00	0,8000	5.000,00	0,8000	5.000,00	0,8000	5.000,00	4.000,00
6	Multiplek 15 m	Lb	0,6160	115.000,00	70.840,00	0,6160	115.000,00	0,6160	115.000,00	0,6160	115.000,00	70.840,00
7												
8	Peralihan											
C Peralatan												
1	Concrete Mixer	jam	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,3125	15.972,65	0,3594	15.972,65	0,4219	15.972,65	6.738,46
2	Water Tank Truck	jam	0,0584	43.556,14	2.565,15	0,0584	43.556,14	0,0683	43.556,14	0,0802	43.556,14	3.491,30
3	Concrete Vibrator	jam	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,3125	13.170,68	0,3594	13.170,68	0,4219	13.170,68	5.556,38
4	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1,0000	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00
D Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)											402.863,05	
											405.583,86	
											412.112,00	

Jenis Pekerjaan Beton Kelas K-225 pada Elevasi

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
A Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0,3125	2.500,00	781,25	0,3125	3.750,00	0,3594	3.750,00	0,4219	5.000,00	2.109,38
2	Tukang	jam	0,3125	2.000,00	625,00	0,3125	3.000,00	0,3594	3.000,00	0,4219	4.000,00	1.687,50
3	Pekerja	jam	1,5625	1.850,00	2.890,63	1,5625	2.775,00	1,7969	2.775,00	2,1094	3.700,00	7.804,69
B Material												
1	Semen	Kg	359,4864	500,00	179.743,20	359,4864	500,00	359,4864	500,00	359,4864	500,00	179.743,20
2	Pasir	m ³	0,5360	30.000,00	16.080,00	0,5360	30.000,00	0,5360	30.000,00	0,5360	30.000,00	16.080,00
3	Agregat Kasar	m ³	0,7365	60.000,00	44.190,00	0,7365	60.000,00	0,7365	60.000,00	0,7365	60.000,00	44.190,00
4	Kayu Perancah	m ³	0,0500	450.000,00	22.500,00	0,0500	450.000,00	0,0500	450.000,00	0,0500	450.000,00	22.500,00
5	paku	Kg	0,5130	5.000,00	2.565,00	0,5130	5.000,00	0,5130	5.000,00	0,5130	5.000,00	2.565,00
6	Multiplek 15 m	Lb	0,6100	115.000,00	70.150,00	0,6100	115.000,00	0,6100	115.000,00	0,6100	115.000,00	70.150,00
7												
8	Peralihan											
C Peralatan												
1	Concrete Mixer	jam	0,3125	15.972,65	4.991,45	0,3125	15.972,65	0,3594	15.972,65	0,4219	15.972,65	6.738,46
2	Water Tank Truck	jam	0,0584	43.556,14	2.565,15	0,0584	43.556,14	0,0683	43.556,14	0,0802	43.556,14	3.491,30
3	Concrete Vibrator	jam	0,3125	13.170,68	4.115,84	0,3125	13.170,68	0,3594	13.170,68	0,4219	13.170,68	5.556,38
4	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1,0000	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00
D Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)											352.718,51	
											357.587,76	
											364.115,90	

Jenis Pekerjaan		Asphalt Treated Base (ATB)												
Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1		Kuantitas Overtime = Kn x 1.15		Overtime (Jam II)				
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.15	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.35	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja	jam	0.0719	2.500.00	179.69	0.0719	3.750.00	269.53	0.0827	3.750.00	309.96	0.0870	5.000.00	485.16
1	Mandor	jam	0.1438	2.000.00	287.50	0.1438	3.000.00	431.25	0.1653	3.000.00	495.94	0.1741	4.000.00	775.25
2	Tukang	jam	1.0063	1.850.00	1.861.56	1.0063	2.775.00	2.752.31	1.1572	2.775.00	3.211.20	1.3584	3.700.00	5.025.22
B	Material	m3	0.7028	60.000.00	42.168.00	0.7028	60.000.00	42.168.00	0.7028	60.000.00	42.168.00	0.7028	60.000.00	42.168.00
1	Agregat Kasar	m3	0.5341	26.705.00	14.263.00	0.5341	50.000.00	26.705.00	0.5341	50.000.00	26.705.00	0.5341	50.000.00	26.705.00
2	Agregat Halus	m3	151.8000	50.000.00	7.590.00	151.8000	50.000.00	7.590.00	151.8000	50.000.00	7.590.00	151.8000	50.000.00	7.590.00
3	Bahan Pengisi/Filler	Kg	144.9000	2.000.00	289.800.00	144.9000	2.000.00	289.800.00	144.9000	2.000.00	289.800.00	144.9000	2.000.00	289.800.00
4	Aspal	Kg	0.0719	574.720.32	41.308.02	0.0719	574.720.32	41.308.02	0.0827	574.720.32	47.504.23	0.0970	574.720.32	55.765.63
C	Peralatan	jam	0.0198	75.000.00	1.488.10	0.0198	75.000.00	1.488.10	0.0228	75.000.00	1.711.31	0.0268	75.000.00	2.003.93
1	Asphalt Mixing Plant	jam	0.0198	75.000.00	1.488.10	0.0198	75.000.00	1.488.10	0.0228	75.000.00	1.711.31	0.0268	75.000.00	2.003.93
2	Wheel Loader	jam	0.5969	39.915.84	23.824.48	0.5969	39.915.84	23.824.48	0.6864	39.915.84	27.398.16	0.8058	39.915.84	32.163.05
3	Dump Truck 3-4 m3	jam	0.1099	41.876.15	4.601.77	0.1099	41.876.15	4.601.77	0.1284	41.876.15	5.292.04	0.1484	41.876.15	6.212.40
4	Asphalt Finisher	jam	0.0333	43.514.15	1.450.47	0.0333	43.514.15	1.450.47	0.0383	43.514.15	1.668.04	0.0450	43.514.15	1.953.14
5	Tandem Roller	jam	0.0444	50.557.09	2.246.98	0.0444	50.557.09	2.246.98	0.0511	50.557.09	2.584.03	0.0600	50.557.09	3.033.43
6	Pneumatic Tire Roller	jam	0.0719	43.555.14	3.130.60	0.0719	43.555.14	3.130.60	0.0827	43.555.14	3.600.19	0.0970	43.555.14	4.225.31
7	Water Tanker	jam	0.0719	25.000.00	1.796.88	0.0719	25.000.00	1.796.88	0.0827	25.000.00	2.066.41	0.0970	25.000.00	2.425.76
8	Generator Set	jam	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00
9	Alat Bantu	Ls	5.689305	518.064.43	518.064.43	5.689305	518.064.43	518.064.43	5.689305	518.064.43	518.064.43	5.689305	518.064.43	518.064.43
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				5.689305			518.064.43			530.564.48			548.604.48

Jenis Pekerjaan		Lapis Resap Pongkat												
Satuan Pekerjaan		Day Shift		Night Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1		Kuantitas Overtime = Kn x 1.15		Overtime (Jam II)				
No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.15	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Kuantitas Overtime = Kn x 1.35	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja	jam	0.0051	2.500.00	12.82	0.0051	3.750.00	19.23	0.0059	3.750.00	22.12	0.0069	5.000.00	34.62
1	Mandor	jam	0.0410	2.000.00	82.05	0.0410	3.000.00	123.08	0.0472	3.000.00	141.54	0.0554	4.000.00	221.54
2	Tukang	jam	0.0621	1.850.00	151.78	0.0621	2.775.00	277.69	0.3944	2.775.00	261.85	0.1108	3.700.00	409.85
B	Material	Kg	0.6417	2.000.00	1.283.40	0.6417	2.000.00	1.283.40	0.6417	2.000.00	1.283.40	0.6417	2.000.00	1.283.40
1	Aspal	Lt	0.4040	400.00	193.60	0.4040	400.00	193.60	0.4040	400.00	193.60	0.4040	400.00	193.60
C	Peralatan	jam	0.0051	22.000.00	112.82	0.0051	22.000.00	112.82	0.0059	22.000.00	129.74	0.0069	22.000.00	152.31
1	Asphalt Sprayer	jam	0.0051	57.401.92	294.37	0.0051	57.401.92	294.37	0.0059	57.401.92	338.52	0.0069	57.401.92	397.40
2	Fuel Bsd Truck	jam	0.0051	22.000.00	112.82	0.0051	22.000.00	112.82	0.0059	22.000.00	129.74	0.0069	22.000.00	152.31
3	Air Compressor	jam	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00
4	Alat Bantu	Ls	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				2.393.68			2.571.01			2.650.51			3.047.51

LAMPIRAN 2-3

Timbunan dengan Bahan-Bahan Terpilih

Jenis Pekerjaan Satuan Pekerjaan	Uraian	Satuan	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)								
			Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)			
A	Tenaga Kerja	m3															
1	Mandor	jam	0,0371	2.500,00	92,80	0,0371	3.750,00	139,20	0,0427	3.750,00	160,09	0,0501	5.000,00	250,57			
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	4.000,00	0,00			
3	Pekerja	jam	0,1485	1.850,00	274,70	0,1485	2.775,00	412,05	0,1708	2.775,00	473,85	0,2005	3.700,00	741,66			
B	Material	m3															
1	Material Pihinan	m3	1,2000	15,000,00	18,000,00	1,2000	15,000,00	18,000,00	1,2000	15,000,00	18,000,00	1,2000	15,000,00	18,000,00			
C	Peralatan	jam															
1	Excavator	jam	0,0165	106.885,27	1.983,86	0,0186	106.885,27	1.983,86	0,0213	106.885,27	2.281,43	0,0251	106.885,27	2.678,21			
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	0,1299	39.915,84	5.185,04	0,1299	39.915,84	5.185,04	0,1494	39.915,84	5.963,94	0,1754	39.915,84	7.001,15			
3	Motor Grader	jam	0,0186	88.392,12	1.640,61	0,0186	88.392,12	1.640,61	0,0213	88.392,12	1.886,70	0,0251	88.392,12	2.214,83			
4	Pecestran Roller	jam	0,0186	15.076,19	279,82	0,0186	15.076,19	279,82	0,0213	15.076,19	321,80	0,0251	15.076,19	377,76			
5	Pneumatic Roller	jam	0,0186	50.557,09	938,37	0,0186	50.557,09	938,37	0,0213	50.557,09	1.079,13	0,0251	50.557,09	1.266,60			
6	Water Tanker	jam	0,0186	43.556,14	808,43	0,0186	43.556,14	808,43	0,0213	43.556,14	929,69	0,0251	43.556,14	1.091,38			
7	Alat Bantu	ls	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00			
8	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				29.704,63			29.985,38			31.596,63			34.122,57			

Lapis Pondasi Aggregate Kelas A

Jenis Pekerjaan Satuan Pekerjaan	Uraian	Satuan	Day Shift		Night Shift		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)								
			Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)			
A	Tenaga Kerja	jam															
1	Mandor	jam	0,0331	2.500,00	82,67	0,0331	3.750,00	124,01	0,0380	3.750,00	142,61	0,0446	5.000,00	223,21			
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	4.000,00	0,00			
3	Pekerja	jam	0,1323	1.850,00	244,71	0,1323	2.775,00	367,06	0,1521	2.775,00	422,12	0,1786	3.700,00	560,71			
B	Material	m3															
1	Agregat Kelas A	m3	1,2000	45.000,00	54.000,00	1,2000	45.000,00	54.000,00	1,2000	45.000,00	54.000,00	1,2000	45.000,00	54.000,00			
C	Peralatan	jam															
1	Wheel Loader	jam	0,0165	75.000,00	1.240,08	0,0165	75.000,00	1.240,08	0,0190	75.000,00	1.426,09	0,0223	75.000,00	1.674,11			
2	Dump Truck 3-4 m3	jam	0,1157	39.915,84	4.619,89	0,1157	39.915,84	4.619,89	0,1331	39.915,84	5.312,87	0,1563	39.915,84	6.236,65			
3	Motor Grader	jam	0,0165	88.392,12	1.461,51	0,0165	88.392,12	1.461,51	0,0190	88.392,12	1.680,74	0,0223	88.392,12	1.973,04			
4	Pecestran Roller	jam	0,0165	15.076,19	249,28	0,0165	15.076,19	249,28	0,0190	15.076,19	286,67	0,0223	15.076,19	336,52			
5	Pneumatic Roller	jam	0,0165	50.557,09	835,93	0,0165	50.557,09	835,93	0,0190	50.557,09	961,32	0,0223	50.557,09	1.128,51			
6	Water Tanker	jam	0,0165	43.556,14	720,17	0,0165	43.556,14	720,17	0,0190	43.556,14	838,20	0,0223	43.556,14	972,24			
7	Alat Bantu	ls	1,0000	250,00	250,00	1,0000	250,00	250,00	1,0000	250,00	250,00	1,0000	250,00	250,00			
8	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				63.704,24			63.987,93			65.310,62			67.455,19			

Jenis Pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

No	Uraian	Day Shift		Night Shift		Kuantitas		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)				
		Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	0.0132	2.500,00	33,07	0.0132	3.750,00	49,60	0.0152	3.750,00	57,04	0.0179	5.000,00	89,29
2	Tukang	jam	0.0397	2.000,00	79,37	0.0397	3.000,00	119,05	0.0456	3.000,00	136,90	0.0536	4.000,00	214,29
3	Pekerja	jam	0.0794	1.850,00	146,83	0.0794	2.775,00	220,24	0.0913	2.775,00	253,27	0.1071	3.700,00	396,43
B	Material													
1	Agregat Kelas B	m ³	1.2000	40.000,00	48.000,00	1.2000	40.000,00	48.000,00	1.2000	40.000,00	48.000,00	1.2000	40.000,00	48.000,00
2														
3														
C	Peralatan													
1	Wheel Loader	jam	0.0132	75.000,00	992,06	0.0132	75.000,00	992,06	0.0152	75.000,00	1.140,87	0.0179	75.000,00	1.339,29
2	Dump Truck 3-4 m ³	jam	0.1455	39.915,84	5.807,86	0.1455	39.915,84	5.807,86	0.1673	39.915,84	6.679,04	0.1964	39.915,84	7.840,61
3	Motor Grader	jam	0.0132	88.392,12	1.169,21	0.0132	88.392,12	1.169,21	0.0152	88.392,12	1.344,59	0.0179	88.392,12	1.579,43
4	Vibratory Roller	jam	0.0132	15.076,19	199,42	0.0132	15.076,19	199,42	0.0152	15.076,19	228,33	0.0179	15.076,19	269,22
5	Wheel Loader percontour	jam	0.0132	75.000,00	992,06	0.0132	75.000,00	992,06	0.0152	75.000,00	1.140,87	0.0179	75.000,00	1.339,29
6	Water Tanker	jam	0.0132	43.556,14	576,14	0.0132	43.556,14	576,14	0.0152	43.556,14	662,56	0.0179	43.556,14	777,79
7	Alat Bantu	Ls	1.0000	550,00	550,00	1.0000	550,00	550,00	1.0000	550,00	550,00	1.0000	550,00	550,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				58.675,64			58.675,64			80.194,49			80.194,49

Jenis Pekerjaan : Aspal Beton

No	Uraian	Satuan	Kuantitas normal (Kn)	Day Shift		Night Shift		Kuantitas		Overtime (Jam I)		Overtime (Jam II)		
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,35
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	0.0029	2.500,00	7,19	0.0029	3.750,00	10,78	0.0033	3.750,00	10,78	0.0039	5.000,00	14,38
2	Tukang	jam	0.0029	2.000,00	5,75	0.0029	3.000,00	8,63	0.0033	3.000,00	8,63	0.0039	4.000,00	11,50
3	Pekerja	jam	0.0256	1.850,00	47,87	0.0256	2.775,00	71,80	0.0298	2.775,00	71,80	0.0349	3.700,00	95,74
B	Material													
1	Agregat Kasar	m ³	0.0272	60.000,00	1.632,00	0.0272	60.000,00	1.632,00	0.0272	60.000,00	1.632,00	0.0272	60.000,00	1.632,00
2	Agregat Halus	m ³	0.0225	50.000,00	1.125,00	0.0225	50.000,00	1.125,00	0.0225	50.000,00	1.125,00	0.0225	50.000,00	1.125,00
3	Bahan Pengisi/Filler	Kg	8.0720	500,00	4.036,00	8.0720	500,00	4.036,00	8.0720	500,00	4.036,00	8.0720	500,00	4.036,00
4	Aspal	Kg	5.4579	2.000,00	10.915,80	5.4579	2.000,00	10.915,80	5.4579	2.000,00	10.915,80	5.4579	2.000,00	10.915,80
C	Peralatan													
1	Asphalt Mixing Plant	jam	0.0029	574.720,32	1.652,32	0.0029	574.720,32	1.652,32	0.0033	574.720,32	1.652,32	0.0039	574.720,32	1.652,32
2	Wheel Loader	jam	0.0007	75.000,00	52,08	0.0007	75.000,00	52,08	0.0008	75.000,00	52,08	0.0009	75.000,00	52,08
3	Dump Truck 3-4 m ³	jam	0.0276	39.915,84	1.100,26	0.0276	39.915,84	1.100,26	0.0317	39.915,84	1.100,26	0.0372	39.915,84	1.100,26
4	Asphalt Finisher	jam	0.0055	41.876,15	230,09	0.0055	41.876,15	230,09	0.0063	41.876,15	230,09	0.0074	41.876,15	230,09
5	Tandem Roller	jam	0.0033	43.514,15	145,05	0.0033	43.514,15	145,05	0.0038	43.514,15	145,05	0.0045	43.514,15	145,05
6	Pneumatic Tire Roller	jam	0.0022	50.557,09	112,35	0.0022	50.557,09	112,35	0.0026	50.557,09	112,35	0.0030	50.557,09	112,35
7	Water Tanker	jam	0.0029	43.556,14	125,22	0.0029	43.556,14	125,22	0.0033	43.556,14	125,22	0.0039	43.556,14	125,22
8	Generator Set	jam	0.0029	25.000,00	71,88	0.0029	25.000,00	71,88	0.0033	25.000,00	71,88	0.0039	25.000,00	71,88
9	Alat Bantu	Ls	1.0000	150,00	150,00	1.0000	150,00	150,00	1.0000	150,00	150,00	1.0000	150,00	150,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				21.408,65			21.408,65			21.439,26			21.469,86

LAMPIRAN 2-3

Jenis Pekerjaan : m3
Pembersihan dan Penyisipan Bantan Jalan

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Day Shift		Night Shift		Kuantitas Night Shift = Kn x 1	Night Shift Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Kuantitas Overtime = Kn x 1,15	Overtime (jam I)		Kuantitas Overtime = Kn x 1,35	Overtime (jam II)			
				Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)					Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		
A	Tenaga Kerja																	
1	Mandor	jam	0,0165	2.500,00	41,34	0,0165	3.750,00	0,0190	3.750,00	62,00	0,0190	3.750,00	0,0223	5.000,00	0,0223	5.000,00	111,61	
2	Tukang	jam	0,0000	2.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,0000	3.000,00	0,00	0,0000	3.000,00	0,0000	4.000,00	0,0000	4.000,00	0,00	
3	Pekerja	jam	0,1157	1.850,00	214,12	0,1157	2.775,00	0,1331	2.775,00	321,18	0,1331	2.775,00	0,1563	3.700,00	0,1563	3.700,00	578,43	
B	Material																	
1																		
2																		
3																		
C	Peralatan																	
1	Buldozer	jam	0,0187	162.000,00	3.029,21	0,0187	162.000,00	0,0215	162.000,00	3.029,21	0,0215	162.000,00	0,0252	162.000,00	0,0252	162.000,00	4.089,43	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
B																		
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)										3.264,67		3.412,39		3.924,25		4.779,17	

LAMPIRAN 2-4

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00				0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	tidak dapat di-crash
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m2	759.235	3.284,67				53,48	2,03	3,00	2.493.833,31	dapat di-crash
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639,19				21,31	1,23	2,00	1.778.431,17	dapat di-crash
4	Galian batu	m3	202.500	29.002,19				15,00	1,93	2,00	5.872.942,67	dapat di-crash
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351,99				15,30	4,70	5,00	6.723.394,89	dapat di-crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.564,99				12,24	2,10	3,00	2.981.697,50	dapat di-crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505,81				75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	tidak dapat di-crash
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	29.704,63				53,88	2,39	3,00	26.822.089,69	dapat di-crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.305,28				6,00	1,61	2,00	1.362.290,92	dapat di-crash
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00				0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	tidak dapat di-crash
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	63.704,24				60,13	0,50	1,00	13.477.268,96	tidak dapat di-crash
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.970	58.546,01				75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	tidak dapat di-crash
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.620	2.793,88				195,00	1,41	2,00	5.362.901,84	dapat di-crash
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68				347,83	0,99	1,00	2.532.031,02	tidak dapat di-crash
15	Aspal beton	m2	2.389.400	21.408,85				13,91	0,54	1,00	51.368.404,13	tidak dapat di-crash
16	Aspal treated base (ATB)	m2	52.890	516.899,05				3,20	3,51	4,00	27.338.790,92	tidak dapat di-crash
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61				3,20	3,51	4,00	31.484.147,02	dapat di-crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51				3,20	16,12	17,00	127.349.018,55	dapat di-crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818,18				3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	tidak dapat di-crash
20	Beton K-125	m3	13.879	181.818,18				3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	tidak dapat di-crash
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50				100,00	2,50	3,00	6.101.516,75	dapat di-crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58				120,00	64,08	65,00	198.611.134,20	dapat di-crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.607.949	7.500,00				0,00	18,00	18,00	21.095.117,50	tidak dapat di-crash
24	Pekerjaan elastomerik	Dm3	84.020	150.000,00				0,00	0,00	0,00	12.723.000,00	tidak dapat di-crash
25	Gelagar beton prakonstruksi Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang, termasuk pemasangan, panjang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047,16				0,02	30,00	30,00	376.175.235,62	dapat di-crash
26	Diafragma beton K-350	m3	5.820	400.714,61				0,06	15,00	15,00	2.332.159,04	dapat di-crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449.048,77				2,38	5,62	6,00	43.557.982,02	dapat di-crash
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14				8,71	27,94	28,00	238.032.343,15	dapat di-crash
29	Pasangan batu patah perkerasan saluran air	m3	54.720	139.000,13				9,14	0,86	1,00	7.506.087,31	tidak dapat di-crash
30	Marka jalan	m2	20.995	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.775,00	tidak dapat di-crash
31	Patok perintang	bh	22.000	50.000,00				15,24	0,21	1,00	1.100.300,00	tidak dapat di-crash
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000,00	tidak dapat di-crash
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00				0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	tidak dapat di-crash

LAMPIRAN 3

LAMPIRAN 3-1

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 1 jam overtime (8 jam kerja/hari)

No.	Urutan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00				0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m ²	759.235	3.284,57		3.924,25		53,48	1,80	2,00	2.824.430,14	crash
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639,19		11.274,67		21,51	1,09	2,00	3.325.284,80	
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,19		33.657,01		15,00	1,72	2,00	6.968.907,12	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,99		15.651,68		15,30	4,18	5,00	8.190.931,09	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564,99		19.439,85		12,21	1,87	2,00	3.252.292,50	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505,61				75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.704,63		31.596,63		53,86	2,13	3,00	38.051.785,10	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,28		25.048,99		6,00	1,43	2,00	1.983.954,96	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00				60,48	0,50	1,00	19.462.960,00	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,24				75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58.546,01				0,00	1,25	2,00	8.662.389,23	
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,68		3.050,71		185,00	0,77	1,00	2.532.031,02	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68				347,82	0,99	1,00	51.368.404,13	
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.408,85				13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899,05				3,20	3,12	4,00	40.420.611,06	
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,61		405.583,86		3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718,51		357.587,76		3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18				3,20	0,62	1,00	8.267.411,59	
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.318,18				100,00	2,23	3,00	8.267.411,59	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50		3.663,84		120,00	57,00	57,00	199.517.434,16	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58		3.841,53		0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	
23	Tab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	150.000,00								
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang)	bh	5.000	75.235,04		75.278.895,05		0,12	26,68	27,00	380.650.117,25	crash
26	Diargama pemasangan, bertiang 31,00 m ³	m ³	5.820	400.714,61		405.583,86		0,06	13,34	14,00	2.450.499,55	crash
27	Bore Pile diameter 600 mm	m ³	97.000	449.048,27		472.278,08		2,38	5,18	6,00	50.754.258,81	
28	Pasangan batu kalsi	m ³	1.703.149	139.760,14		142.283,36		8,71	24,85	25,00	239.914.559,04	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139.000,13				9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
30	Marka jalan	m ²	20.895	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.775,00	
31	Palok penuntun	bh	22.000	50.000,00				15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000,00	
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00				0,30	8,00	8,00	11.200.000,00	

LAMPIRAN 3-1

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 2 jam overtime (3 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	-
2	Pembersihan dan penyapian badan jalan	m ²	759.235	3.284,67	-	3.824,25	-	53,48	1,62	2,00	3.189.597,51	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639,19	-	11.274,67	-	21,51	0,98	1,00	1.673.668,55	crash
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,19	-	33.657,01	-	15,00	1,54	2,00	7.847.355,19	-
5	Galian Konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,99	-	15.631,89	-	15,30	3,77	4,00	7.386.035,30	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564,99	-	19.439,85	-	11,24	1,68	2,00	3.666.275,77	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505,61	-	-	-	75,70	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.704,63	-	31.596,63	-	53,88	1,92	2,00	28.329.943,62	crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,28	-	25.048,99	-	6,30	1,29	2,00	2.245.466,40	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	18.646,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	-
13	Lapis perkerat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,88	-	3.050,71	-	185,00	1,13	2,00	9.697.485,58	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.900	2.393,68	-	-	-	185,00	0,77	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.468,85	-	-	-	347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.850	516.699,05	-	-	-	11,91	0,54	1,00	27.338.790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,61	-	405.583,86	-	3,20	2,81	3,00	33.702.894,71	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	362.718,51	-	317.587,76	-	5,20	12,91	13,00	128.595.263,04	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	-	3.663,84	-	100,00	2,01	3,00	9.223.673,18	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58	-	3.841,53	-	120,00	51,33	52,00	202.870.809,70	crash
23	Fab & Pemasangan Baja Beng. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	-
24	Pelatikan elastomerik	Dm ³	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
25	Galagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang)	bh	5.000	75.235,047,16	-	75.278.885,06	-	0,02	24,03	25,00	391.446.779,86	crash
26	Diafragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61	-	405.583,86	-	0,06	12,01	13,00	2.529.723,23	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449.048,27	-	472.278,08	-	3,38	4,66	5,00	47.184.710,61	crash
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14	-	142.283,36	-	8,71	22,38	23,00	245.512.382,45	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan seluruh air	m ³	54.720	139.000,13	-	-	-	9,14	0,66	1,00	7.606.087,31	-
30	Marka jalan	m ²	20.955	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775,00	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450.000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	4.000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-1

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 3 jam overtime (10 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603.050,00				0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan penyediaan badan jalan	m ²	758 235	3.284,67		3.924,25	4.779,17	53,48	1,50	2,00	3.567.665,37	
3	Galian biasa	m ³	184 500	9.639,19		11.274,37	13.459,15	21,51	0,90	1,00	2.087.939,01	
4	Galian batu	m ³	202 500	29.007,19		33.657,01	39.868,95	15,00	1,42	2,00	8.732.445,90	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503 550	13.351,99		15.651,88	18.723,80	15,30	3,47	4,00	8.233.918,90	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180 000	16.564,99		19.439,85	23.279,75	12,24	1,55	2,00	4.087.953,38	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304 100	3.305,61				75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpolih	m ³	902 960	29.704,63		31.596,63	34.122,37	53,88	1,77	2,00	31.050.819,02	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67 410	20.505,28		25.043,99	31.129,63	6,30	1,19	2,00	2.521.897,50	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1 000	19.462.960,00				0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211 560	63.704,24				60,48	0,50	1,00	13.477.268,98	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313 970	58.546,01				75,50	0,59	1,00	18.381.692,15	
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.620	2.793,88		3.050,71	3.395,21	151,00	1,04	2,00	10.677.354,14	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68				155,00	0,77	1,00	2.532.031,02	
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.408,85				347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899,05				13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,61		405.563,66	412.112,00	3,20	2,59	3,00	36.630.538,37	
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718,51		357.587,76	364.115,90	3,20	11,90	12,00	129.050.037,19	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18				3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18				3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50		3.663,84	3.909,05	100,00	1,85	2,00	6.727.654,85	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58		3.841,53	4.045,88	120,00	47,32	48,00	204.510.500,40	crash
23	Tab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.620	150.000,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. liang pancang) termasuk pemasangan, bertiang 31,00 m'	bn	5 000	75.235,047,16		75.278.885,06	75.337.514,30	0,02	22,15	23,00	390.660.668,27	crash
26	Diafragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61		405.563,66	412.112,00	0,05	11,08	12,00	2.537.973,02	crash
27	Bore Pile diameter 900 mm	m ³	97 000	449.046,27		472.278,08	503.480,85	3,36	4,30	5,00	51.618.362,94	
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14		142.283,36	145.673,49	8,71	20,63	21,00	243.875.184,43	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	135.000,13				9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
30	Malika jalan	m ²	20.995	45.000,00				13,35	0,22	1,00	944.775,00	
31	Patok penuntuh	bn	22 000	50.000,00				15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	
32	Rambu jalan tunggal	bn	3 000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000,00	
33	Expansion joint type A	bn	14 000	800.000,00				0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	

LAMPIRAN 3-1

Pembangunan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 4 jam overtime (17 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,050.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	3.603,050.00	-
2	Pembersihan dan penyediaan badan jalan	m2	759.235	3.284.67	-	3.924.21	4.779.17	55.48	1.39	2.00	3.946.133.23	-
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639.19	-	11.274.67	13.459.15	21.51	0.84	1.00	2.302.209.48	-
4	Galian batu	m3	202.500	29.002.19	-	33.657.01	39.868.95	15.00	1.32	2.00	9.617.536.61	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351.99	-	15.651.88	18.723.80	15.30	3.22	4.00	9.081.802.50	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.564.99	-	19.439.85	23.279.75	12.24	1.44	2.00	4.509.630.99	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505.61	-	-	-	75.60	0.57	1.00	1.066.057.34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	29.704.63	-	31.596.63	34.122.37	53.88	1.64	2.00	33.771.694.41	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	87.410	20.505.28	-	25.048.99	31.129.63	6.00	1.10	2.00	2.798.328.60	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.980.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	19.462.980.00	-
11	Lapis pondas agregat kelas A	m3	211.560	83.704.24	-	-	-	80.48	0.50	1.00	13.477.268.96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.970	58.546.01	-	-	-	75.50	0.59	1.00	18.381.692.15	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793.88	-	3.050.71	3.395.21	195.00	0.96	1.00	5.828.608.35	crash
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.017.800	2.393.68	-	-	-	195.00	0.77	1.00	2.532.031.02	-
15	Aspal beton	m2	2.399.400	21.463.85	-	-	-	347.83	0.99	1.00	51.368.404.13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52.860	516.899.05	-	-	-	13.91	0.54	1.00	27.338.790.92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714.61	-	405.583.86	412.112.00	3.20	2.40	3.00	39.558.182.03	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.060	352.718.51	-	357.587.76	364.115.90	3.20	11.04	12.00	139.396.754.66	-
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818.18	-	-	-	3.20	0.97	1.00	3.958.181.81	-
20	Beton K-125	m3	13.879	181.818.18	-	-	-	3.20	0.62	1.00	2.523.454.54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481.50	-	3.663.84	3.909.05	10.00	1.71	2.00	7.306.194.25	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689.56	-	3.841.53	4.045.88	120.00	43.69	44.00	203.276.001.50	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	7.500.00	-	-	-	0.00	18.00	18.00	21.055.117.50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	12.723.000.00	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Elna Mariga (Kec. tiang pancang)	bh	5.000	75.235.047.16	-	75.278.865.06	75.337.514.30	0.92	20.15	21.00	384.565.055.66	crash
26	Diafragma pemasangan, bertiang 31.00 m'	m3	5.820	400.714.61	-	405.583.86	412.112.00	0.06	10.27	11.00	2.512.415.49	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	445.048.27	-	472.278.08	503.480.65	2.78	3.99	4.00	44.841.612.21	crash
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	135.760.14	-	142.283.36	145.673.49	8.71	19.14	20.00	251.035.132.59	crash
29	Pasangan batu patac perkerasan seluruh air	m3	54.720	139.000.13	-	-	-	9.14	0.86	1.00	7.606.087.31	-
30	Marka jalan	m2	20.955	45.000.00	-	-	-	13.33	0.22	1.00	944.775.00	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000.00	-	-	-	15.21	0.21	1.00	1.100.000.00	-
32	Rambu jalan lurus	bh	3.000	150.000.00	-	-	-	11.79	0.04	1.00	450.000.00	-
33	Expenditur joint type A	bh	14.000	800.000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	11.200.000.00	-

LAMPIRAN 3-2

No.	Uraian	Unit	Volume	Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 1 jam night shift (8 jam kerja/hari)			Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
				Harga satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)					
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603.050,00	-	-	0,00	6,00	3.603.050,00	-	
2	Pembibahan dari penyediaan badan jalan	m ²	759,235	3.284,67	3.412,39	-	53,48	1,77	2.824.247,65	crash	
3	Galian biasa	m ³	184,570	9.639,19	9.363,28	-	21,51	1,07	3.327.880,00	-	
4	Galian batu	m ³	202,500	29.002,19	25.332,19	-	15,00	1,69	6.970.424,64	-	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503,550	13.351,99	13.975,55	-	15,30	4,11	6.195.399,20	-	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180,000	16.564,99	16.069,44	-	12,24	1,84	3.253.661,98	crash	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304,100	3.505,61	-	-	75,60	0,57	1.066.057,34	-	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902,960	29.704,63	29.868,38	-	53,88	2,09	38.439.591,16	-	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67,410	20.505,28	21.846,95	-	6,00	1,40	1.984.506,88	-	
10	Pembongkaran tang listrik dan pemasangan kembali tang listrik 3 buah	Ls	1 000	19.462.960,00	-	-	0,00	6,00	19.462.960,00	-	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211,560	63.704,24	-	-	60,48	0,50	13.477.268,96	-	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313,970	58.546,01	-	-	75,60	0,59	18.361.692,15	-	
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919,520	2.793,88	2.317,21	-	195,00	1,23	8.764.994,72	-	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057,800	2.393,68	-	-	347,83	0,77	2.532.031,02	-	
15	Aspal beton	m ²	2.399,400	21.408,85	-	-	13,91	0,54	27.338.790,92	-	
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52,690	516.899,05	-	-	3,20	3,07	41.060.676,21	-	
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78,570	400.714,61	402.863,05	-	3,20	14,10	136.547.033,39	crash	
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361,050	352.718,51	354.866,95	-	3,20	0,97	3.958.181,81	-	
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21,770	181.816,18	-	-	3,20	0,62	2.523.454,54	-	
20	Beton K-125	m ³	13,879	181.816,18	-	-	100,00	2,19	8.383.325,00	-	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752,554	3.481,50	3.607,25	-	120,00	56,07	202.610.775,00	crash	
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830,234	3.663,58	3.794,38	-	0,00	18,00	21.055.117,50	-	
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 29 Kg/m ²	Kg	2.807,348	7.500,00	-	-	0,00	8,00	12.723.000,00	-	
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84,820	150.000,00	-	-	0,00	8,00	12.723.000,00	-	
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tang pancang)	bh	5 000	75.235.047,16	75.245.769,62	-	0,02	26,25	366.929.992,71	crash	
26	Termasuk pemasangan, bertang 31,00 m	m ³	5 820	400.714,61	402.863,05	-	0,06	13,13	2.489.303,50	crash	
27	Diafragma beton K-350	m ²	97,000	449.048,27	462.829,63	-	2,38	5,09	51.496.072,02	-	
28	Bore Pile diameter 600 mm	m ³	1.703,149	139.760,14	141.310,53	-	0,71	24,45	243.729.308,91	crash	
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54,720	139.000,13	-	-	9,14	0,85	7.606.087,31	-	
30	Marka jalan	m ²	20,995	46.000,00	-	-	13,33	0,22	944.775,00	-	
31	Patok penuntun	bh	22,000	50.000,00	-	-	15,24	0,21	1.100.000,00	-	
32	Rambu jalan tunggal	bh	3 000	150.000,00	-	-	11,79	0,04	460.000,00	-	
33	Expansion joint type A	bh	14,000	800.000,00	-	-	0,00	8,00	11.200.000,00	-	

LAMPIRAN 3-2

Pertimbangan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 2 jam night shift (9 jam kerja/hari).

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam.)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1,000	3,603,050,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3,603,050,00	-
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m2	759,235	3,284,67	3,412,39	-	-	53,48	1,58	2,00	3,189,232,52	-
3	Galian biasa	m3	184,500	9,639,19	9,869,28	-	-	2,51	0,95	1,00	1,876,263,75	crash
4	Galian batu	m3	202,500	29,002,19	29,332,19	-	-	15,30	1,50	2,00	7,850,390,22	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503,550	13,351,99	13,375,55	-	-	15,30	3,66	4,00	7,393,164,26	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	160,000	16,564,99	16,969,44	-	-	12,24	1,63	2,00	3,669,054,73	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304,100	3,505,61	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1,066,057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902,960	29,704,63	29,988,38	-	-	53,88	1,86	2,00	28,847,018,37	crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67,410	20,505,28	21,646,95	-	-	6,00	1,25	2,00	2,246,770,24	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kemutai bang. listrik 3 buah	Ls	1,000	19,462,960,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19,462,960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211,560	63,704,24	-	-	-	60,43	0,50	1,00	13,477,268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313,970	58,546,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18,381,692,16	-
13	Lapis perkeraspaspal emulsi	Liter	1,919,520	2,793,88	2,917,21	-	-	195,91	1,09	2,00	9,902,706,56	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1,057,800	2,393,38	-	-	-	195,90	0,77	1,00	2,532,031,02	-
15	Aspal beton	m2	2,399,400	21,408,85	-	-	-	347,83	0,99	1,00	51,398,404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52,890	516,869,05	-	-	-	13,91	0,54	1,00	27,338,790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78,570	400,714,51	402,863,05	-	-	3,20	2,73	3,00	34,052,992,43	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	351,050	352,718,51	354,856,95	-	-	3,20	13,00	13,00	132,236,560,68	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21,770	181,818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3,958,181,81	-
20	Beton K-125	m3	13,879	181,818,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2,523,454,54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752,564	3,481,50	3,007,25	-	-	100,00	1,95	2,00	6,317,000,00	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53,830,234	3,689,58	3,794,38	-	-	126,00	49,84	50,00	200,495,000,00	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2,807,349	7,500,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21,055,117,50	crash
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84,820	150,000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12,723,000,00	-
25	Celagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang)	bh	5,000	75,235,047,16	75,245,769,62	-	-	0,02	23,33	24,00	386,935,353,94	crash
26	Diatragma beton K-350	m3	5,820	400,714,61	402,863,05	-	-	0,06	11,67	12,00	2,401,650,19	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97,000	443,048,27	462,820,63	-	-	2,38	4,53	5,00	48,421,065,96	crash
28	Pasangan batu kali	m3	1,703,149	139,760,14	141,310,53	-	-	8,71	21,73	22,00	241,551,890,82	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54,720	139,000,13	-	-	-	9,14	0,86	1,00	7,606,087,31	-
30	Marka jalan	m2	20,995	45,000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944,775,00	-
31	Patok penuntun	bh	22,000	50,000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1,100,000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3,000	150,000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450,000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	14,000	800,000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11,200,000,00	-

LAMPIRAN 3-2

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 3 jam night shift (10 jam kerja/hari)

No.	Urutan	Unit	Volume	Harga satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603.050,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	-
2	Pembersihan dan penyapuan badan jalan	m ²	759.235	3.284,67	3.412,39	-	-	53,48	1,42	2,00	3.554.217,40	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	5.639,19	9.869,28	-	-	21,51	0,86	1,00	2.088.587,50	-
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,19	29.332,19	-	-	15,30	1,35	2,00	8.730.355,80	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,99	13.675,55	-	-	15,30	3,29	4,00	8.230.049,20	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	130.000	16.564,99	16.989,44	-	-	12,24	1,47	2,00	4.084.427,48	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505,61	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.704,63	20.868,38	-	-	53,88	1,66	2,00	32.067.642,63	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,28	21.346,84	-	-	6,00	1,12	2,00	2.508.933,60	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00	-	-	-	0,30	6,00	6,00	19.462.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58.546,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	-
13	Lapis perkeras aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,21	-	-	195,00	0,98	1,00	5.520.209,20	crash
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68	-	-	-	195,00	0,77	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.408,85	-	-	-	341,83	0,99	1,00	51.368.404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.880	516.899,05	-	-	-	13,31	0,54	1,00	27.338.790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,31	402.863,05	-	-	3,20	2,46	3,00	38.530.477,70	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718,51	354.666,95	-	-	3,20	11,28	12,00	135.691.408,39	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	5.607,25	-	-	100,00	1,75	2,00	7.038.450,00	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.630.234	3.689,58	3.794,38	-	-	120,00	44,86	45,00	200.935.125,00	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, panjang 31,00 m	bh	5.000	75.235,04	75.245.769,62	-	-	0,02	21,00	21,00	376.191.319,51	crash
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61	402.863,05	-	-	0,36	10,50	11,00	2.447.144,03	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m	97.000	449.048,27	462.829,63	-	-	2,38	4,08	5,00	53.926.738,56	-
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14	141.310,53	-	-	8,71	19,56	20,00	2.442.201.808,91	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139.000,13	-	-	-	9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775,00	-
31	Paok perintang	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450.000,00	-
33	Expantion joint type A	bh	14.000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-2

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 4 jam night shift (11 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	-
2	Pembersihan dan penyelesaian badan jalan	m2	759.235	3.284,67	3.412,39	-	-	53,48	1,29	2,00	3.919.202,28	-
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639,19	9.969,28	-	-	21,51	0,78	1,00	2.300.911,25	-
4	Galian batu	m3	202.500	29.002,19	39.332,19	-	-	15,00	1,23	2,00	9.610.321,38	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	3.351,99	13.675,55	-	-	15,30	2,99	3,00	6.800.185,59	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.564,99	16.968,44	-	-	12,24	1,34	2,00	4.459.800,23	-
7	Pematatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505,61	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	29.704,63	29.888,38	-	-	53,88	1,52	2,00	35.288.266,90	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.505,28	21.846,95	-	-	6,00	1,02	2,00	2.771.096,96	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	63.704,24	-	-	-	50,42	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis perekat aspal emulsi	m3	313.970	58.546,01	-	-	-	75,60	0,89	1,00	18.381.692,15	-
13	Lapis resap pengikat	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,21	-	-	195,00	0,77	1,00	6.089.065,12	-
14	Aspal beton	m2	2.399.400	21.408,85	-	-	-	347,93	1,00	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal treated base (ATB)	m3	52.890	516.899,05	-	-	-	13,91	0,54	1,00	51.368.404,13	-
16	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61	402.863,05	-	-	3,20	2,23	3,00	42.397.962,97	-
17	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51	351.806,95	-	-	3,20	10,26	11,00	136.875.107,63	crash
18	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	-
19	Beton K-125	m3	13.879	181.818,18	-	-	-	3,20	0,82	1,00	2.523.454,54	-
20	Pembesian dengan tulangan polos	kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	-	-	100,00	1,59	2,00	7.759.900,00	-
21	Pembesian dengan tulangan ulir	kg	53.830.234	3.689,53	3.794,38	-	-	120,00	40,78	41,00	201.742.550,00	crash
22	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 29 Kg/m2	kg	2.807.348	7.500,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	-
23	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
24	Gelejar beton pretekan Fire Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bertiang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047,16	75.245.769,62	-	-	0,02	19,09	20,00	384.108.766,02	crash
25	Diafragma beton K-350	m3	5.820	400.714,61	402.863,05	-	-	0,06	9,55	10,00	2.447.977,62	crash
26	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449.048,27	462.829,63	-	-	2,38	3,71	4,00	47.549.128,93	crash
27	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	-	-	8,71	17,78	18,00	241.929.890,82	crash
28	Pasangan batu pada perkerasan salutan air	m3	54.720	139.000,13	-	-	-	9,14	0,85	1,00	7.606.087,31	crash
29	Merka jalan	m2	20.995	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775,00	-
30	Patok penunjang	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
31	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,73	0,04	1,00	450.000,00	-
32	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00	-	-	-	3,20	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-2

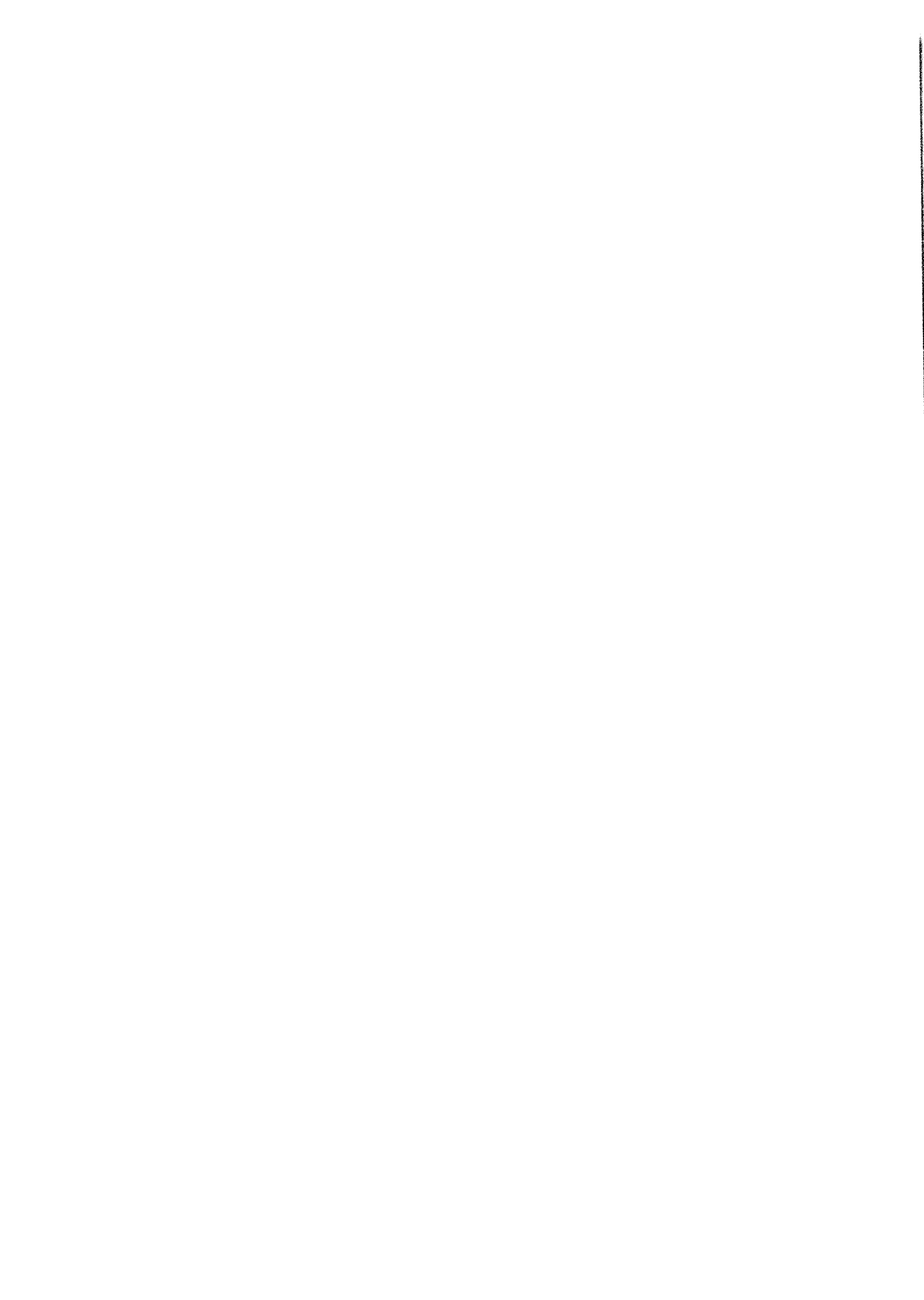
Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 5 jam night shift (12 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.633.050,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.633.050,00	-
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m2	759.235	3.284,67	5.412,39	-	-	53,46	1,18	2,00	4.284.187,16	-
3	Galian biasa	m3	184.500	9.339,19	9.869,28	-	-	21,51	0,71	1,00	2.513.235,00	-
4	Galian batu	m3	202.500	29.002,19	29.332,19	-	-	15,00	1,13	2,00	10.490.286,96	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351,99	13.675,55	-	-	15,30	2,74	3,00	7.427.834,28	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.564,99	16.969,44	-	-	12,24	1,23	2,00	4.915.172,98	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505,61	-	-	-	7,560	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.900	29.704,63	29.388,38	-	-	53,88	1,40	2,00	38.508.891,16	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.505,28	21.846,95	-	-	6,00	0,94	1,00	1.516.630,16	crash
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1 000	19.452.960,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.452.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	63.704,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.310	58.546,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,21	-	-	132,00	0,82	1,00	6.657.921,04	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68	-	-	-	165,00	0,77	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal beton	m2	2.359.400	21.408,85	-	-	-	341,83	0,99	1,00	51.368.404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52.860	516.859,05	-	-	-	13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61	402.663,05	-	-	3,70	2,05	3,00	48.265.448,24	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51	351.236,95	-	-	3,20	9,40	10,00	135.787.658,39	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	-
20	Beton K-125	m3	13.879	181.818,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.654	3.481,50	3.607,25	-	-	100,00	1,46	2,00	8.481.350,00	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58	3.794,38	-	-	170,00	37,38	38,00	204.283.250,00	crash
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	7.500,00	-	-	-	0,20	18,00	18,00	21.055.117,50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. Tang. pancang) termasuk pemasangan, bertiang 31,00 m'	bh	5 000	75.235,047,16	75.245.769,62	-	-	0,02	17,50	18,00	386.946.076,39	crash
26	Diaphragma beton K-350	m3	5.870	400.714,61	402.867,05	-	-	0,03	8,75	9,00	2.404.150,97	crash
27	Bole Pile diameter 800 mm	m'	97 000	449.048,27	462.829,63	-	-	2,38	3,40	4,00	51.955.267,02	-
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	130.760,14	141.310,53	-	-	8,71	16,30	17,00	249.407.145,09	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54.720	139.000,13	-	-	-	3,14	0,66	1,00	7.606.087,31	-
30	Marka jalan	m2	20.995	45.000,00	-	-	-	3,33	0,22	1,00	944.775,00	-
31	Palok penuntun	bh	22 000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3 000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450.000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	14 000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-2

Urutan											
No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3,603,050.00	-	-	-	0.00	6.00	3,603,050.00	-
2	Pembersihan dan penyediaan badan jalan	m ²	759 235	3,284.67	3,412.39	-	-	53.48	2.00	4,649,172.04	-
3	Galian biasa	m ³	184 500	9,639.19	9,863.28	-	-	21.51	0.66	2,725,558.75	-
4	Galian batu	m ³	202 500	29,002.19	29,332.19	-	-	15.00	1.04	11,370,252.54	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503 550	13,351.99	13,675.55	-	-	15.30	2.53	8,055,482.97	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180 000	16,564.99	16,969.44	-	-	11.24	1.13	5,330,545.72	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304 100	3 505.61	-	-	-	75.60	0.57	1,066,057.34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902 960	29,704.63	29,888.38	-	-	53.83	1.29	41,729,515.43	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67 410	20 505.28	21,846.95	-	-	6.00	0.86	1,647,711.84	-
10	Pembongkaran tiang listrik dari pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1 000	19,462,960.00	-	-	-	0.00	6.00	19,462,960.00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211 560	63,704.24	-	-	-	50.48	0.50	13,477,268.96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313 570	58,546.01	-	-	-	75.60	0.59	18,381,692.15	-
13	Lapis perkeraspaspal emulsi	Liter	1,919 520	2,793.88	2,917.21	-	-	195.00	0.76	7,226,776.96	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1,057 800	2 393.66	-	-	-	195.00	0.77	2,532,031.02	-
15	Aspal beton	m ²	2,399 400	21,408.65	-	-	-	347.83	0.99	51,368,404.13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52 890	516,899.05	-	-	-	13.91	1.00	27,338,790.92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78 570	400,714.61	492,863.05	-	-	3.20	1.89	33,421,955.67	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361 050	352,718.51	354,866.95	-	-	3.20	8.68	132,429,060.68	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21 770	181,818.18	-	-	-	3.20	0.97	3,958,181.81	-
20	Beton K-125	m ³	13 879	181,818.18	-	-	-	3.20	0.62	2,523,454.54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752 554	3,481.50	3,607.25	-	-	100.00	1.35	9,202,800.00	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53,830 234	3,669.58	3,794.38	-	-	120.00	34.51	204,092,000.00	crash
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2,807 349	7,500.00	-	-	-	0.00	18.00	21,055,117.50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84 820	150,000.00	-	-	-	0.00	8.00	12,723,000.00	-
25	Perlagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang penyangg)	bh	5 000	75,235,047.16	75,241,769.62	-	-	0.02	16.15	395,905,653.19	crash
26	Diaragma pemasangan, bentang 31,00 m	m ³	5 820	400,714.61	402,863.05	-	-	0.06	8.09	2,605,122.08	-
27	Bole Pile diameter 800 mm	m ³	97 000	449,048.27	462,829.63	-	-	2.38	3.14	56,361,405.10	-
28	Pasangan batu kali	m ³	1,703 149	139,760.14	141,310.53	-	-	8.71	15.05	254,423,481.27	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54 720	139,000.13	-	-	-	9.14	0.86	7,606,087.31	-
30	Marka jalan	m ²	20 995	45,000.00	-	-	-	13.33	0.22	944,775.00	-
31	Patok penuntun	bh	22 000	50,000.00	-	-	-	15.24	0.21	1,100,000.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3 000	150,000.00	-	-	-	11.73	0.04	450,000.00	-
33	Expansion joint type A	bh	14 000	800,000.00	-	-	-	0.00	8.00	11,200,000.00	-

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 6 jam night shift (13 jam kerja/hari)



LAMPIRAN 3-3-1

No.	Urutan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	K.a.f. Produksi (unit/jam)	Urasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,050.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	3.603,050.00	-
2	Pembesian dan penyipaan badan jalan	m ²	759.235	3.284.67	3.412.39	3.624.25	-	53.48	1.60	2.00	3.189,415.02	crash
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639.19	9.869.28	11.274.67	-	21.51	0.97	1.00	1.874,966.15	crash
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002.19	29.132.19	33.657.01	-	15.00	1.52	2.00	7.848,872.70	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351.98	13.675.55	15.651.88	-	15.30	3.71	4.00	7.389,609.79	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564.99	16.969.44	19.439.85	-	12.24	1.96	2.00	3.667,685.25	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505.81	-	-	-	75.60	0.57	1.00	1.066,057.34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.704.63	29.880.38	31.596.63	-	53.88	1.99	2.00	28.588,480.99	crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505.28	21.846.95	25.048.99	-	6.00	1.27	2.00	2.246,118.32	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.482.960.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	19.482,960.00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704.24	-	-	-	60.48	0.50	1.00	13.477,268.96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	88.546.01	-	-	-	75.60	0.59	1.00	18.381,692.15	-
13	Lapis perkeras aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793.88	2.917.71	3.050.71	-	195.00	1.11	2.00	9.800,101.07	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393.68	-	-	-	195.00	0.77	1.00	2.532,031.02	-
15	Aspal beton	m ²	2.389.400	21.408.85	-	-	-	347.83	0.99	1.00	51,368,404.13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899.05	-	-	-	13.91	0.54	1.00	27,338,790.92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.711.51	402.863.05	405.583.86	-	3.20	2.77	3.00	34,182,943.57	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718.51	354.866.95	357.587.76	-	3.20	12.72	13.00	130,415,911.86	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181,118.18	-	-	-	3.20	0.97	1.00	3.958,181.81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181,818.18	-	-	-	3.20	0.62	1.00	2.523,454.54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481.50	3.637.25	3.863.84	-	100.00	1.98	2.00	6.233,057.73	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689.88	3.794.38	3.841.53	-	120.00	50.57	51.00	201,737,173.99	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500.00	-	-	-	0.00	18.00	18.00	21,055,117.50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	150,000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	12,723,000.00	-
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (kec. tiang pancang)	bh	5.000	75.235,047.16	75,245,769.62	75,278,885.06	-	0.02	23.68	24.00	381,362,131.30	crash
26	Dialirama pemasangan, bentang 31,00 m'	m ³	5.820	400,714.61	402,663.05	405,583.86	-	0.06	11.84	12.00	2,368,389.66	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449,048.27	462,829.63	472,278.08	-	2.38	4.59	5.00	47,802,888.28	crash
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.148	139,760.14	141,310.53	142,283.36	-	8.71	22.05	23.00	249,021,952.34	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139,000.13	-	-	-	9.14	0.86	1.00	7,608,087.31	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	45,000.00	-	-	-	13.33	0.22	1.00	944,775.00	-
31	Patok penuntun	bh	22.010	50,000.00	-	-	-	15.24	0.21	1.00	1,100,000.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150,000.00	-	-	-	11.79	0.04	1.00	450,000.00	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800,000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	11,200,000.00	-

Kombinasi 1. Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 1 jam overtime dan 1 jam night shift (9 jam kerja/hari).

LAMPIRAN 3-3-1

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00				0,00	0,00	0,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m2	759.235	3.284,67	3.412,39	3.924,25		53,48	1,44	2,00	3.554.398,90	
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639,19	9.369,28	11.274,67		21,51	0,87	1,00	2.087.289,90	
4	Galian batu	m3	202.500	29.002,19	29.332,19	33.657,01		15,00	1,37	2,00	8.728.638,28	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351,39	13.675,55	15.651,88		15,30	3,33	4,00	8.226.474,71	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.564,93	16.969,44	19.439,85		12,24	1,49	2,00	4.083.038,00	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505,61				75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	29.704,63	29.888,38	31.596,33		6,00	1,14	2,00	2.508.281,68	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.505,28	21.846,95	25.048,99		0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00				60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	63.704,24				75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	
12	Lapis perkerat aspal kelas B	m3	313.970	58.546,01				195,00	1,00	1,00	5.468.806,46	
13	Lapis perkerat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,71	3.050,71		195,00	0,77	1,00	2.532.031,02	
14	Lapis resap pengikal	Liter	1.057.800	2.393,68				347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	
15	Aspal beton	m2	2.399.400	21.408,85				13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	
16	Aspal treated base (ATE)	m3	52.690	516.899,03				3,20	2,49	3,00	38.050.428,84	
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61	402.863,05	405.583,86		3,20	11,43	12,00	134.010.809,48	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51	354.866,95	357.587,76		3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818,18				3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	
20	Beton K-125	m3	13.879	181.818,18				100,00	1,78	2,00	6.954.507,73	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.663,84		120,00	45,45	46,00	202.903.969,68	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.389,68	3.794,38	3.841,53		0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00				0,00				
25	Gelagar beton pratekan Pile Cast standar Bina Marga (kec. tiang pancang)	bh	5.000	75.235.047,16	75.245.769,62	75.278.885,06		0,02	21,28	22,00	388.996.404,45	crash
26	Diafragma pemasangan, bentang 31,00 m	m3	5.820	400.714,61	402.863,05	405.583,86		0,06	10,64	11,00	2.416.655,21	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m	97.000	449.048,27	462.829,63	472.278,08		2,38	4,13	5,00	53.310.560,89	
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36		8,71	16,82	20,00	241.150.009,01	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54.720	139.000,13				9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
30	Marka jalan	m2	20.995	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.775,00	
31	Patok penurun	bh	22.000	50.000,00				15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	
32	Rambu jalan lunggal	bh	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000,00	
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00				0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	

LAMPIRAN 3-3-1

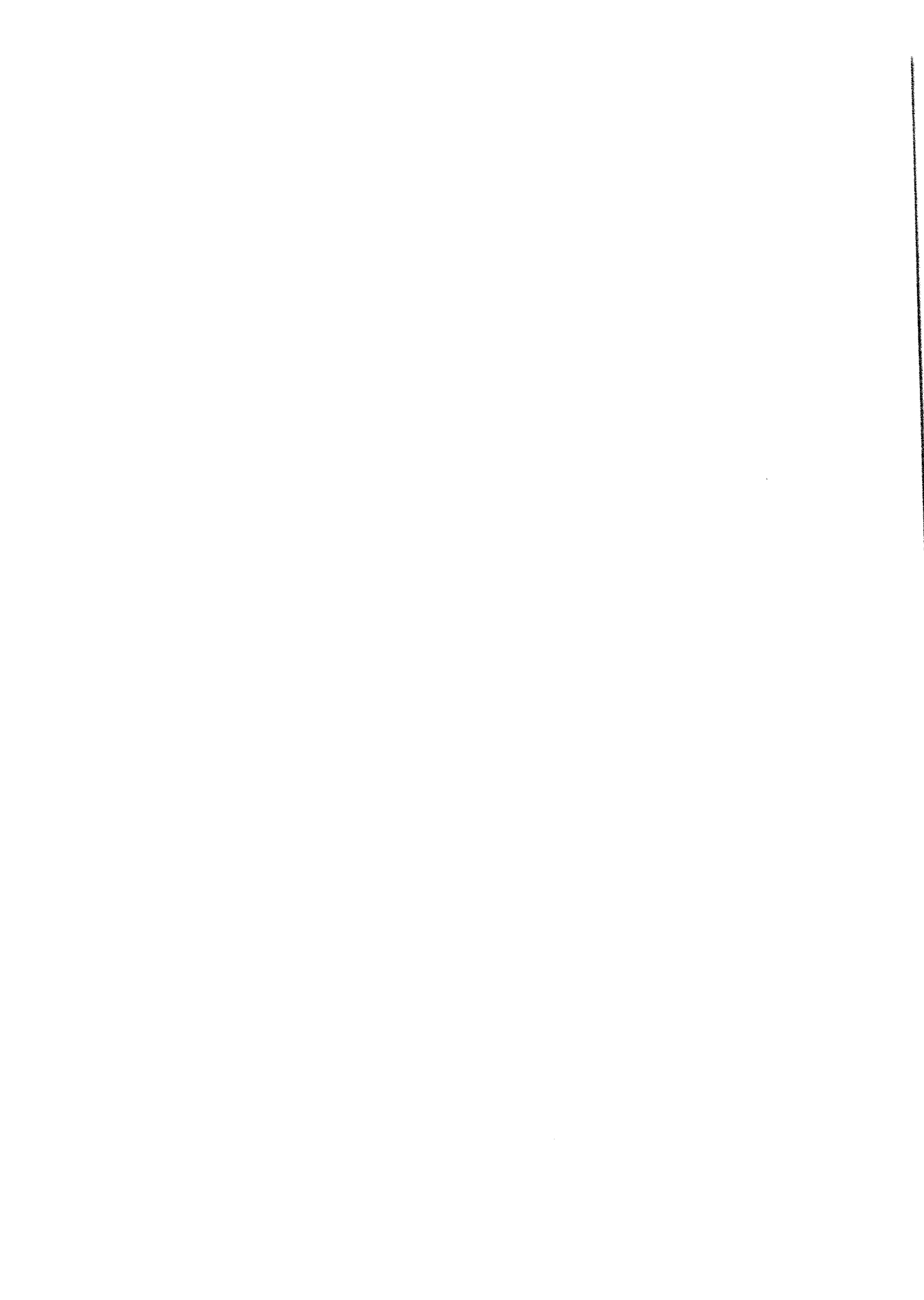
No.	Urutan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,450.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	3.603.050.00	-
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m ²	759.235	3.284.67	3.412.39	3.924.25	-	53.48	1.31	2.00	3.919.354.77	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639.19	9.669.28	11.274.67	-	21.51	0.79	1.00	2.299.613.65	-
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002.19	29.332.19	33.657.01	-	15.00	1.24	2.00	9.608.803.86	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351.99	13.675.55	15.651.88	-	15.30	3.03	4.00	9.063.339.63	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564.98	16.969.44	19.439.85	-	12.24	1.35	2.00	4.498.410.74	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505.01	-	-	-	75.60	0.57	1.00	1.066.057.34	-
8	Timbunan dengan pasangan bata, batu, beton	m ³	902.960	29.704.63	29.888.38	31.595.63	-	53.88	1.54	2.00	35.029.729.52	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505.21	21.846.95	25.048.79	-	6.00	1.03	2.00	2.770.445.04	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960.00	-	-	-	0.00	6.00	6.00	19.462.960.00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704.24	-	-	-	50.48	3.50	1.00	13.477.268.96	-
12	Lapis perkeras aspal emulsi	m ³	313.070	38.546.01	-	-	-	75.60	0.91	1.00	18.381.692.15	-
13	Lapis perkeras aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793.88	2.917.21	3.050.71	-	195.00	0.77	1.00	6.037.762.38	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393.68	-	-	-	347.83	0.99	1.00	2.532.031.02	-
15	Aspal beton	m ³	2.369.400	21.408.65	-	-	-	13.91	3.54	1.00	51.368.404.13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.860	516.889.03	-	-	-	3.20	3.20	3.00	27.338.790.92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714.61	402.863.05	405.583.86	-	3.20	2.26	3.00	41.917.914.11	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718.51	354.866.95	357.587.76	-	3.20	10.38	11.00	135.334.558.63	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818.18	-	-	-	3.20	0.97	1.00	3.958.181.81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818.18	-	-	-	3.20	0.62	1.00	2.523.454.54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481.50	3.607.25	3.663.84	-	100.00	1.61	2.00	7.675.957.73	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689.58	3.784.38	3.841.53	-	120.00	41.27	42.00	204.383.796.23	crash
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500.00	-	-	-	0.00	18.00	18.00	21.055.117.50	-
24	Penielakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	12.723.000.00	-
25	Geleгар beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Keo. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047.16	75.245,769.62	75.273.865.06	-	0.02	19.32	20.00	389.464.413.62	crash
26	Dialiragma beton K-350	m ³	5.820	400.714.61	402.863.05	405.583.86	-	0.06	9.66	10.00	2.420.260.52	crash
27	Bore Pile diameter 600 mm	m'	97.000	449.048.27	462.829.63	472.278.08	-	2.38	3.75	4.00	47.054.566.80	crash
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760.14	141.310.53	142.283.36	-	8.71	17.99	18.00	239.183.270.91	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan salurair	m ³	54.720	139.000.13	-	-	-	9.14	0.86	1.00	7.606.087.31	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	45.000.00	-	-	-	13.33	0.22	1.00	944.775.00	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000.00	-	-	-	15.24	0.21	1.00	1.100.000.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000.00	-	-	-	11.79	0.04	1.00	450.000.00	-
33	Expansion joint Type A	bh	14.000	800.000.00	-	-	-	0.00	8.00	8.00	11.200.000.00	-

Kombinasi perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 1 jam overtime dan 3 jam night shift (11 jam kerja/hari)

LAMPIRAN 3-3-1

No.	Uratan	Unit	Volume	Harga Satuan			Kap Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
				day shift (Rp.)	night shift (Rp.)	overtime Jam I (Rp.)					
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603.050,00	-	-	0,00	6,00	3.603.050,00	-	
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759 235	3.284,67	3.412,39	3.924,25	53,48	1,10	4.649.354,53	-	
3	Galian biasa	m ³	184 500	9.639,19	9.869,28	11.274,67	21,51	0,67	2.724.261,15	-	
4	Galian batu	m ³	202 500	29.042,19	29.332,19	33.657,01	15,00	1,05	11.368.735,02	-	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503 550	13.351,99	13.675,55	15.651,88	15,30	2,56	8.052.802,10	-	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180 000	16.564,99	16.969,44	19.439,85	12,24	1,14	5.329.156,24	-	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304 100	3.505,61	-	-	53,88	0,57	1.066.057,34	-	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902 960	29.704,61	29.888,38	31.586,63	6,00	0,87	1.647.385,88	-	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67 410	20.505,28	21.846,95	25.048,99	0,00	6,00	19.462.960,00	-	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1 000	19.462.960,00	-	-	60,48	0,50	13.477.268,96	-	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211 560	63.704,24	-	-	75,60	0,76	7.175.474,22	-	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313 970	58.546,01	-	-	195,00	1,00	2.632.031,02	-	
13	Lapis perkeras aspal emulsi	Liter	1.919 520	2.793,88	2.917,21	3.050,71	347,83	0,99	51.368.404,13	-	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057 800	2.295,38	-	-	13,91	0,54	27.338.790,92	-	
15	Aspal beton	m ²	2.399 400	21.409,85	-	-	3,20	1,91	33.101.923,10	crash	
16	Aspal treated case (ATB)	m ²	52 890	516.899,35	-	-	3,20	2,00	13.168.611,50	crash	
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78 570	400.146,61	402.863,05	405.593,86	3,20	8,77	3.956.181,81	-	
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361 050	352.718,51	354.866,95	357.567,76	3,20	0,97	2.523.454,54	-	
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21 770	181.818,18	-	-	3,20	0,62	9.116.857,73	-	
20	Beton K-125	m ³	13 879	181.818,18	-	-	100,00	1,36	2.021.925,80	crash	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752 554	3.481,50	3.607,25	3.663,84	120,00	34,86	21.055.117,50	-	
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53 830 234	3.689,58	3.794,38	3.841,53	0,00	18,00	12.723.000,00	-	
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807 349	7.500,00	-	-	0,00	8,00	391.957.993,82	crash	
24	Pertetakan elastomerik	Dm-3	84 820	150.000,00	-	-	0,00	17,00	2.580.176,68	-	
25	Gelejar beton pratekan Fire Cast standar Bina Marga (kec. tiang panwang)	bh	5 000	75.235.047,16	75.245.769,62	75.278.885,06	0,02	16,32	55.866.862,97	-	
26	termasuk pemasangan, bentang 31,00 m	m ³	5 820	400.714,61	402.863,05	405.583,86	2,38	3,17	251.982.041,35	crash	
27	Diatragma beton K-350	m ³	97 000	449.048,27	432.829,63	472.276,08	8,71	15,20	7.606.087,31	-	
28	Bore Pile diameter 800 mm	m ³	1.703 149	139.760,14	141.310,50	142.283,36	9,14	0,86	944.775,00	-	
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54 720	139.000,13	-	-	13,33	0,22	1.100.000,00	-	
30	Marka jalan	m ²	20 995	45.000,00	-	-	15,24	0,21	450.000,00	-	
31	Patok penuntun	bh	22 000	50.000,00	-	-	11,79	0,04	11.200.000,00	-	
32	Rambu jalan tunggal	bh	3 000	150.000,00	-	-	0,00	8,00	-	-	
33	Expanition joint type A	bh	14 000	800.000,00	-	-	0,00	8,00	-	-	

Kombinasi I : perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 1 jam overtime dan 5 jam night shift (13 jam kerja/hari)



LAMPIRAN 3-3-2

Kombinas II : perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 2 jam overtime dan 1 jam night shift (10 jam kerja/mari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harja satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kup. Produkti (unit/jam)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,00	0,00	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603,00	-
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m2	759.235	3.284,67	3.412,39	3.924,25	-	53,48	1,46	2,00	3.564.582,39	crash
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639,13	9.869,28	11.274,67	-	21,51	0,88	1,00	2.085.992,30	crash
4	Galian batu	m3	202.500	29.002,19	29.332,19	33.657,01	-	15,00	1,39	2,00	8.727.320,77	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351,99	13.675,55	15.651,88	-	15,30	0,38	4,00	8.222.900,22	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.504,99	16.969,44	19.439,85	-	12,24	1,51	2,00	4.081.648,51	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505,61	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.900	29.704,63	29.888,38	31.596,63	-	53,88	1,72	2,00	31.550.567,86	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.505,28	21.846,95	25.049,99	-	6,00	1,15	2,00	2.507.629,76	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	2.115.660	63.701,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.970	58.546,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	-
13	Lapis perkeraspaspal emulsi	Liter	1.919.920	2.793,88	2.917,21	3.050,71	-	195,00	1,01	2,00	10.835.207,42	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68	-	-	-	195,00	0,77	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal beton	m2	2.399.400	21.408,95	-	-	-	347,83	0,59	1,00	51.368.404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52.890	516.899,05	-	-	-	13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61	402.863,01	405.583,68	-	3,20	2,52	3,00	37.570.379,98	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.716,51	354.865,86	357.567,76	-	3,20	11,58	12,00	132.330.210,57	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	-
20	Beton K-125	m3	13.879	181.913,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	-
21	Permbesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.663,84	-	120,00	46,06	47,00	6.870.565,45	crash
22	Permbesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.389,58	3.794,38	3.841,53	-	0,00	18,00	18,00	204.764.276,08	crash
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	7.500,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	21.055.117,50	-
24	Penletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
25	Geleгар beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentlang 31,00 m'	bh	5.000	76.235,04	75.245,769,62	75.278,88	0,06	0,02	1,56	22,00	383.887,617,03	crash
26	Diafragma beton K-350	m3	5.820	400.714,61	402.863,05	405.583,86	-	0,06	10,78	11,00	2.386.166,39	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449.948,27	462.829,63	472.278,08	-	2,38	4,18	5,00	52.692.383,22	crash
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36	-	8,71	20,08	21,00	250.003.119,57	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54.720	139.000,10	-	-	-	9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	crash
30	Marka jalan	m2	20.995	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775,00	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,01	1,00	450.000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-3-2

No.	Urutan	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603,050.000	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603,050.000	-
2	Pembersihan dan penyisipan badan jalan	m ²	759.255	3.234,67	3.412,39	3.924,25	-	53,48	1,32	2,00	3.919,567,27	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639,18	9.869,28	11.274,67	-	21,51	0,80	1,00	2.298.316,05	-
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,16	29.332,19	33.657,01	-	15,00	1,26	2,00	9.607.286,35	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,99	13.675,55	15.651,88	-	15,30	3,06	4,00	9.059.785,14	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564,99	16.969,44	19.439,95	-	12,24	1,37	2,00	4.497.021,26	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.515,61	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.860	29.704,63	29.888,36	31.596,63	-	53,88	1,56	2,00	34.771.192,14	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,23	21.846,95	25.048,99	-	6,00	1,05	2,00	2.769.793,12	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,10	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58.516,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.361.692,15	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.320	2.793,88	2.917,21	3.050,71	-	195,00	0,92	1,00	5.986.459,63	crash
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.363,68	-	-	-	195,00	0,77	1,00	2.532.031,02	-
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.408,86	-	-	-	347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899,05	-	-	-	13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	76.570	400.114,61	402.833,05	405.563,86	-	3,20	2,29	3,00	41.437.865,25	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718,51	354.866,95	357.597,78	-	3,20	10,51	11,00	133.794.009,63	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	0,87	1,00	3.958.181,81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18	-	-	-	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.663,84	-	100,00	1,63	2,00	7.592.015,45	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.569,58	3.794,35	3.841,53	-	120,00	41,77	42,00	202.104.492,45	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	-
24	Perielakan elastomerik	Dm ³	84.820	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang panuung) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047,16	75.245,709,62	75.278.885,06	-	0,02	19,55	20,00	384.620.061,62	crash
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61	402.863,05	405.563,86	-	0,06	9,78	10,00	2.392.543,41	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.300	449.046,27	462.829,63	472.278,08	-	2,38	3,79	4,00	46.560.044,66	crash
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36	-	8,71	18,21	19,00	249.572.020,50	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139.000,13	-	-	-	9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775,00	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450.000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

Kombinasi II - perhitungan durasi dan biaya kegiatan: proyek untuk 2 jam overtime dan 2 jam night shift (11 am kejelajah)

LAMPIRAN 3-3-2

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kcp. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	LS	1 000	3.603,050 00				0,00	6,00	6,00	3.603,050 00	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	3.294,67	3.412,39	3.924,25		53,48	1,21	2,00	4.284,552 15	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639,19	9.869,28	11.274,67		21,51	0,73	1,00	2.510,639 80	-
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,19	29.332,19	33.657,01		15,00	1,15	2,00	10.487,251 93	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,90	13.675,55	13.651,88		15,30	2,80	3,00	7.422,472 54	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564,99	16.969,47	19.439,85		12,24	1,25	2,00	4.912,394 01	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.500,61				75,60	0,57	1,00	1.066,057 34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.774,63	29.888,38	31.596,63		53,88	1,43	2,00	37.991,816 41	-
9	Pembongkaran pemasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,28	21.846,95	25.048,99		6,00	0,96	1,00	1.515,978 24	crash
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	LS	1 000	19.480,960 (0)				6,00	6,00	6,00	19.480,960 00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,74				60,48	0,50	1,00	13.477,268 96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58.546,01				75,60	0,59	1,00	18.381,692 15	-
13	Lapis perkeras aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.743,88	2.917,31	3.050,71		195,00	0,84	1,00	6.555,315 55	-
14	Lapis rusap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68				195,00	0,77	1,00	2.532,031 02	-
15	Aspal beton	m ³	2.399.400	21.408,65				347,83	0,99	1,00	51.368,464 13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899,05				13,91	0,54	1,00	27.336,790 92	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,61	412.863,05	405.583,86		3,20	2,09	3,00	45.305,350 52	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	331.050	352.113,51	354.836,95	357.587,76		3,20	9,61	10,00	132.986,660 21	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18				3,20	0,97	1,00	3.958,181 81	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18				3,20	0,62	1,00	2.523,454 54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.663,94		100,00	1,49	2,00	8.313,485 45	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.294	3.689,56	3.794,38	3.841,53		120,00	38,21	39,00	205.426,132 28	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	18,00	18,00	21.055,117 50	-
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00				0,00	8,00	8,00	12.723,000 00	-
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang)	br	5 000	75.235,077 16	75.245,769 62	75.278.865 06		0,02	17,89	18,00	378.586,242 44	crash
26	Diafragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61	402.863,05	405.583,86		0,06	8,94	9,00	2.354,260 18	crash
27	Bore Pile diameter 600 mm	m	97 000	449,148 21	462.823 63	472.778 08		2,38	3,47	4,00	50.966,182 74	crash
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.766,14	141.310,53	142.283,36		8,71	16,66	17,00	244.219,085 26	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139.000,13				9,14	0,86	1,00	7.606,087 31	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.775 00	-
31	Patuk penunjun	bh	22.000	50.000,00				15,24	0,21	1,00	1.100.000 00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000 00	-
33	Extantlon jenis type A	bh	14.800	800.000 00				0,00	8,00	8,00	11.200.000 00	-

Kombinasi II : perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 2 jam overtime dan 3 jam night shift (1,2 jam kerja/mari)

LAMPIRAN 3-3-2

No	Uraian	Urit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1,000	3,603,050.00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3,603,050.00	-
2	Pembersihan dan persiapan badan jalan	m2	759,235	3,264.67	3,412.99	3,924.25	-	53.48	1,11	2,00	4,649,537.02	-
3	Galian biasa	m3	184,500	9,639.19	9,869.28	11,274.67	-	21.51	0,67	1,00	2,722,863.55	-
4	Galian batu	m3	202,500	29,002.19	29,332.19	33,657.01	-	15.00	1,06	2,00	11,387,217.51	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503,350	13,351.00	13,675.55	5,651.88	-	15.30	2,58	3,00	8,050,121.23	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman > 2 - 4 m	m3	180,000	15,574.59	16,969.44	19,439.85	-	12.24	1,15	2,00	5,327,766.76	-
7	Pematualan tanah dasar timbunan	m3	304,100	3,565.61	-	-	-	75.60	0,57	1,00	1,066,057.34	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902,960	29,794.63	29,888.38	31,596.63	-	53.88	1,32	2,00	41,212,440.67	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67,410	20,505.26	21,848.95	25,048.99	-	6.00	0,88	1,00	1,647,059.92	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1,000	13,462,966.00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19,462,966.00	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211,560	63,704.24	-	-	-	60.48	0,50	1,00	13,477,268.96	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313,970	58,546.01	-	-	-	75.60	0,59	1,00	18,381,692.15	-
13	Lapis perkerat aspal emulsi	Liter	1,919,520	2,983.69	2,911.21	3,050.71	-	195.00	0,77	1,00	7,124,171.47	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1,057,800	2,383.69	-	-	-	195.00	0,77	1,00	2,532,031.02	-
15	Aspal beton	m2	2,399,400	21,405.85	-	-	-	347.83	0,99	1,00	51,368,404.13	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52,890	516,889.05	-	-	-	13.91	0,54	1,00	27,338,790.92	-
17	Beton K-250 pada elevasi	m3	78,570	400,714.61	402,863.05	405,563.86	-	3.20	1,93	2,00	32,781,890.52	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361,050	352,715.51	354,866.55	357,587.76	-	3.20	8,86	9,00	129,908,162.32	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21,770	181,818.18	-	-	-	3.20	0,97	1,00	3,958,181.81	-
20	Beton K-125	m3	13,879	181,818.18	-	-	-	3.20	0,62	1,00	2,523,454.54	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752,554	3,481.50	3,607.25	3,663.84	-	100.00	1,38	2,00	9,034,915.45	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53,830,234	3,695.58	3,794.36	3,841.53	-	120.00	35.21	36,00	206,015,822.10	crash
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2,807,349	7,500.00	-	-	-	0,00	16,00	18,00	21,055,117.50	-
24	Penielakan elastomerik	Dm3	84,820	150,000.00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12,723,000.00	-
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tany pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5,000	75,235,047.16	75,245,769.62	75,278,885.06	-	0,02	16.48	17,00	388,010,294.45	crash
26	Diaphragma beton K-350	m3	5,820	400,714.61	402,863.05	405,563.86	-	0,06	8,24	9,00	2,555,231.29	-
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97,000	449,048.27	462,829.63	472,278.08	-	2.38	3,20	4,00	55,372,320.83	-
28	Pasangan batu kali	m3	1,703,149	139,760.14	141,310.53	142,283.36	-	8.71	15.35	16,00	249,540,601.43	crash
29	Pasangan batu paku perkerasan saluran air	m3	54,720	139,000.13	-	-	-	9.14	0,86	1,00	7,606,087.31	-
30	Marka jalan	m2	20,995	45,300.00	-	-	-	13.33	0,22	1,00	944,775.00	-
31	Palok penunjun	bh	22,000	50,000.00	-	-	-	15.24	0,21	1,00	1,100,000.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3,000	150,000.00	-	-	-	11.79	0,04	1,00	450,000.00	-
33	Expansion joint type A	bh	14,000	800,000.00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11,200,000.00	-

Kombinasi II : perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 2 jam overtime dan 4 jam night shift (15 jam kerja/hari)



LAMPIRAN 3-3-3

Kombinasi III: perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 3 jam overtime dan 1 jam night shift (11 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Modulasi	LS	1.000	3.603,050.00				0.00	6.00		3.603.050.00	
2	Pembekuan dan perpejalan badan jalan	m2	759.235	3.284.67	3.412.39	3.924.25	4.779.17	53.48	1.75		3.932.850.25	crash
3	Galian busa	m3	164.500	9.639.19	9.859.78	11.274.67	13.459.15	21.51	0.92		2.300.262.76	crash
4	Galian batu	m3	252.500	29.007.19	29.332.19	33.657.01	39.868.95	15.00	1.29		9.612.411.49	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	13.351.99	13.675.56	15.651.88	18.723.80	15.30	3.14		9.070.763.63	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	16.264.99	16.969.44	19.439.85	23.279.75	12.24	1.40		4.503.326.13	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.505.61				75.60	0.57		1.066.057.34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.860	29.704.63	29.888.38	31.596.63	34.122.37	53.88	1.60		34.271.443.28	crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	20.505.28	21.846.95	25.048.99	31.129.63	6.00	1.07		2.784.060.86	
10	Pembongkaran tangki listrik dan pemasangan kembali tangki listrik 3 buah	LS	1.000	19.462.860.00				0.00	6.00		19.462.860.00	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	63.704.24				60.48	0.50		13.477.268.96	
12	Lapis perak aspal emulsi	m3	313.970	58.546.11				75.60	0.59		18.381.892.15	
13	Lapis resap pengikat	Liter	1.919.520	2.753.36	2.917.21	3.050.71	3.395.21	195.00	0.77		5.907.532.99	crash
14	Aspal beton	m2	2.399.400	21.408.85				195.00	0.77		2.532.031.02	
15	Aspal treated base (ATB)	m3	52.890	516.059.05				347.83	0.99		51.368.404.13	
16	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714.61	402.863.05	408.563.86	412.112.00	3.20	0.54		27.338.790.92	
17	Beton K-225 pada elevasi	m3	381.050	352.718.51	364.866.55	357.587.76	364.115.90	3.20	2.34		40.498.023.64	crash
18	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.818.18				3.20	10.77		130.787.184.03	crash
19	Beton K-125	m3	13.879	181.818.18				3.20	0.97		3.958.181.81	
20	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481.50	3.607.25	3.663.84	3.909.05	3.20	0.62		2.523.454.54	
21	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.254	3.689.08	3.794.38	3.841.53	4.045.88	120.00	1.67		7.449.104.65	crash
22	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	7.500.00				0.00	42.80		202.786.298.28	crash
23	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000.00				0.00	18.00		21.055.117.50	
24	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75.235.047.16	75.245.769.62	75.278.885.06	75.337.514.30	0.00	8.00		12.723.000.00	
25	Bore Pile diameter 800 mm	m3	5.620	400.714.61	402.863.05	405.563.36	412.112.00	0.02	20.04		394.313.080.18	crash
26	Pasangan batu kali	m'	97.000	449.048.27	462.829.63	472.278.08	503.480.85	0.06	10.02		2.572.106.62	crash
27	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	1.703.149	139.760.14	141.310.53	142.283.36	145.673.49	2.38	3.89		45.700.828.43	crash
28	Marka jalan	m3	54.720	139.000.13				6.71	18.66		244.027.698.23	crash
29	Patok perlintas	m2	20.995	45.000.00				9.14	0.86		7.608.087.31	
30	Rambu jalan tunggal	bh	22.000	50.000.00				13.33	0.22		944.775.00	
31	Expansion joint type A	bh	3.000	150.000.00				15.24	0.21		1.100.000.00	
32	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000.00				11.79	0.04		450.000.00	
33								0.00	8.00		11.280.000.00	

LAMPIRAN 3-3-3

Kombinas III perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 3 jam overtime dan 2 jam night shift (12 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00				0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan persiapan bawar jalan	m2	759.235	3.284,17	3.412,39	3.924,25	4.779,17	53,48	1,24	2,00	4.297.835,13	
3	Callan biasa	m3	134.500	9.639,19	9.869,28	11.274,67	13.459,15	21,61	0,75	1,00	2.512.586,61	
4	Galian batu	m3	202.600	29.002,19	29.332,19	33.657,01	39.868,95	15,00	1,18	2,00	10.492.377,06	
5	Galian Konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.650	13.341,53	13.675,55	15.651,88	18.723,80	15,30	2,87	3,00	7.430.736,55	crash
6	Callan Konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	190.000	16.564,99	16.969,44	19.439,35	23.279,75	12,24	1,28	2,00	4.918.698,48	
7	Pematatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	3.506,61				75,60	0,57	1,00	1.066.067,34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	29.704,03	29.888,38	31.596,63	34.122,37	53,88	1,46	2,00	37.492.067,54	
9	Pembongkaran pasangan batu, batu, beton	m3	67.410	20.505,28	21.846,95	25.048,99	31.129,63	6,00	0,98	1,00	1.523.112,11	crash
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00				0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.360	63.704,24				60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.970	58.546,01				75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,31	3.050,71	3.395,21	195,00	0,77	1,00	6.476.388,91	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.393,68				347,83	0,99	1,00	2.532.031,02	
15	Aspal beton	m2	2.399.400	21.408,85				13,91	0,54	1,00	51.368.404,13	
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52.490	616.889,35				3,20	2,14	3,00	44.365.508,91	
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	400.714,51				3,20	9,83	10,00	130.253.182,39	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51	402.863,05	405.563,86	412.112,00	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	181.918,18				3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	
20	Beton K-125	m3	13.679	181.818,18				100,00	1,53	2,00	8.170.564,65	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.732.554	3.481,50	3.607,25	3.863,84	3.909,05	120,00	39,08	40,00	206.851.417,00	crash
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	33.830.234	3.639,58	3.794,38	3.841,53	4.046,88	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	
23	Fac. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 kg/m2	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
24	Periktakan elastomerik	Dm3	84.820	150.000,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
25	Gelagar beton, pratekan Pile Cast standar Elna Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047,16	75.245.769,62	75.278.885,05	75.337.514,30	0,02	18,29	19,00	390.799.188,33	crash
26	Draifnya beton K-350	m3	5.920	400.714,51	402.863,05	405.563,86	412.112,00	0,06	9,15	10,00	2.561.579,98	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m	97.000	449.016,27	462.829,63	472.278,08	503.480,85	2,38	3,55	4,00	50.106.966,52	crash
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36	145.673,49	8,71	17,04	18,00	253.332.397,97	crash
29	Pasangan batu, pada perkerasan saluran air	m3	54.720	131.000,33				9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
30	Marka jalan	m2	20.895	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.776,00	
31	Patok penunjal	bh	22.000	50.000,00				15,24	3,21	1,00	1.100.000,00	
32	Rambu jalan lunggal	bh	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	460.000,00	
33	Expantion joint type A	bh	14.000	800.000,00				0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	

LAMPIRAN 3-3-3

Kombinasi III - Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 3 jam overtime dan 3 jam night shift (13 jam kerja/hari)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1 000	3.603,050.00				0 00	6 00	6 00	3.603,050.00	
2	Pembersihan dan penyusunan trotoar jalan	m2	759 235	3.204 67	3.412 39	3.924 25	4.779 17	53 48	1 14	3 00	4.602 820 00	
3	Galian biasa	m3	184 500	9.133 19	9.869 28	11.274 67	13.459 15	21 51	0 69	1 00	2.724.910 26	
4	Galian batu	m3	202 500	29.002 19	29.332 19	33.657 01	39.866 95	15 00	1 08	2 00	11.372.342 84	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503 550	13.351 99	11.675 55	15.651 88	18.723 80	15 30	2 64	3 00	8.058.385 24	
6	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	190 000	16.704 99	16.907 44	19 439 85	23.279 75	12 24	1 18	2 00	5.334.071 62	
7	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	3 34 100	3.505 61								
8	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	902 960	29 704 63	29.886 38	31.596 63	34.122 37	75 60	0 57	1 00	1.066.057 34	
9	Pembongkaran tang listrik dan pemasangan kembali tang listrik 3 buah	Ls	87 410	20.505 28	21.846 95	25.048 98	31.129 63	6 00	1 34	2 00	40.712.691 81	
10	Lapis perdek agregat kelas A	m3	1 000	19.462.960 00				6 00	0 90	1 00	1.654.193 79	
11	Lapis perdek aspal emulsi	m3	211 500	63.704 24				0 00	6 00	6 00	13.477.268 96	
12	Lapis perdek aspal pengikat	m3	313 970	58.546 01				60 48	0 50	1 00	18.381.692 15	
13	Aspal beton	Liter	1.919 520	2.753 88	2.917 21	3.050 71	3.395 21	75 60	0 59	1 00	7.045.244 83	
14	Aspal treated base (ATB)	Liter	1.057 800	2.392 68				195 00	0 77	1 00	2.532.031 02	
15	Beton K-350 pada elevasi	m2	2.399 400	21.408 85				195 00	0 77	1 00	51.368.404 13	
16	Beton K-225 pada elevasi	m3	52 890	516.899 05				3 20	1 97	2 00	27.338.790 92	crash
17	Beton K-175 pada elevasi	m3	78 570	400.714 61	402.863 05	405.583 86	412.112 00	3 20	0 54	1 00	32.155.329 45	
18	Beton K-125	m3	361 050	352.718 31	354.866 95	357.587 76	364.115 90	3 20	9 04	10 00	141.808.924 76	
19	Pembesian dengan tulangan polos	m3	21 770	181.318 18				3 20	0 97	1 00	3.958.181 81	
20	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	13 879	3.481 10	3.607 25	3.863 84	3.993 05	3 20	0 62	1 00	2.523.464 54	
21	Feb & Pemasangan Baja Bang Tg Lt 28 Kg/m2	Kg	53.830 234	3.883 38	3.794 36	3.841 53	4.045 88	100 00	1 40	2 00	8.892.004 85	
22	Pelastikan elastomerik	Kg	2.807 349	7.530 00				120 00	35 94	36 00	202.557.975 30	crash
23	Gelejar beton pratekan Bina Marga (Kec. tang panjang)	Dm3	84 820	150.000 00				0 00	18 00	18 00	21.055.117 50	
24	Diefagma beton K-350	bh	5 000	75.235.047 16	75.245.789 62	75.278.885 06	75.337.514 30	0 00	8 00	8 00	12.723.000 00	
25	Bore Pile diameter 800 mm	m3	5 920	400.714 61	402.863 03	405.583 86	412.112 00	0 02	16 83	17 00	380.119.052 70	crash
26	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m	97 000	449 046 27	462.629 63	472.278 08	503.480 85	0 06	8 41	9 00	2.506.393 09	crash
27	Marka jalan	m3	1.703 149	139.760 14	141.310 53	142.283 36	145.673 49	2 38	3 27	4 00	54.513.104 60	
28	Patok penuntun	m3	54 720	139.000 13				8 71	15 67	16 00	244.871.696 47	crash
29	Rambu jalan tunggal	m2	20 995	45.000 00				9 14	0 86	1 00	7.606.087 31	
30	Expansion joint type A	bh	22 000	50.000 00				13 33	0 22	1 00	944.775 00	
31		bh	3 000	150.000 00				15 24	0 21	1 00	1.100.000 00	
32		bh	14 000	800.000 00				11 79	0 04	1 00	450.000 00	
33								0 00	8 00	8 00	11.200.000 00	



LAMPIRAN 3-3-4

Kombinasi IV perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk 4 jam overtime dan 1 jam night shift (12 jam kerja/hari)

No.	Urutan	Unit	Volume	Harga satuan day shift (Rp.)	Harga satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Durasi (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,050.00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	3.603,050.00	-
2	Pembersihan dan penyediaan badan jalan	m2	759.235	3.234,67	3.412,39	3.924,25	4.779,17	53,48	1,27	2,00	4.311,118.10	crash
3	Galian biasa	m3	184.500	9.639,19	9.869,28	11.274,67	13.459,15	21,51	0,76	1,00	2.514,533.23	crash
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	202.500	29.602,19	29.332,19	33.657,01	39.888,95	15,00	1,20	2,00	10.497,502.19	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	503.550	13.361,99	13.375,55	15.651,88	18.723,80	15,30	2,93	3,00	7.439.000.59	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	180.000	16.564,99	16.969,44	19.439,85	23.279,75	12,24	1,31	2,00	4.925.003.74	crash
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	304.100	3.505,31	-	-	-	75,60	0,57	1,00	1.086.057.34	crash
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	902.960	29.704,63	29.888,38	31.596,63	34.122,37	53,88	1,49	2,00	36.992.318.68	crash
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 t uah	m3	67.470	20.505,38	21.846,95	25.048,99	31.129,63	6,00	1,00	2,00	3.060.491.96	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	Ls	1.000	19.462,960.00	-	-	-	0,00	6,00	6,00	19.462.960.00	-
12	Lapis perkerat aspal emulsi	m3	211.560	63.704,24	-	-	-	60,48	0,50	1,00	13.477.268.96	-
13	Lapis resap pengikat	m3	313.970	58.546,01	-	-	-	75,60	0,59	1,00	18.381.692.15	-
14	Aspal beton	Liter	1.919.520	2.793,88	2.917,21	3.050,71	3.355,21	195,00	0,88	1,00	6.397.462.27	crash
15	Aspal treated base (ATB)	m2	2.399.400	21.408,65	-	-	-	195,00	0,77	1,00	2.532.031.02	-
16	Beton K-350 pada elevasi	m3	52.890	516,999.05	-	-	-	347,83	0,99	1,00	51.368.404.13	-
17	Beton K-225 pada elevasi	m3	78.570	400.714,61	402.863,05	408.583,86	412.112,00	13,91	0,84	1,00	27.398.790.92	-
18	Beton K-175 pada elevasi	m3	361.050	352.718,51	354.866,95	357.587,76	364.115,90	3,20	2,19	3,00	43.425.667.30	crash
19	Beton K-125	m3	21.770	181.818,18	-	-	-	3,20	10,06	11,00	140.271.675.04	crash
21	Pembesian dengan tulangan polos	m3	13.879	181,818.18	-	-	-	3,20	0,97	1,00	3.958.181.81	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.663,84	3.909,05	3,20	0,62	1,00	2.523.454.54	-
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	53.830.234	3.699,36	3.794,38	3.841,53	4.045,88	120,00	38,98	40,00	203.009.365.00	crash
24	Periletakan elastomerik	Kg	2.807.349	7.400,00	-	-	-	0,00	18,00	18,00	21.055.117.50	crash
25	Gelejar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bertiang 31,00 m'	Dm3	84.920	150.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	-
26	Diaphragma beton K-350	bh	5.000	75.235,047.16	75.345,789.62	75.278.885.06	75.337,514.30	0,02	-8,72	19,00	361.979.565.19	crash
27	Bore pile diameter 800 mm	m3	5.920	400.714,61	402.863,05	405.583,86	412.112,00	0,06	9,36	10,00	2.507.315.31	crash
28	Pasangan batu kali	m'	97.000	449.048,27	462.829,63	472,278.08	503.480,85	2,38	3,63	4,00	48.247.750.29	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36	145.673,49	8,71	17,43	18,00	248.079.882.14	crash
30	Marka jalan	m3	54.720	139.000,13	-	-	-	9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	-
31	Patok penuntun	m2	20.995	45.000,00	-	-	-	13,33	0,22	1,00	944.775.00	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	22.000	50.000,00	-	-	-	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	-
33	Expansion joint type A	bh	3.000	150.000,00	-	-	-	11,79	0,04	1,00	450.000,00	-
			14.000	800.000,00	-	-	-	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	-

LAMPIRAN 3-3-4

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Harga Satuan night shift (Rp.)	Harga satuan overtime Jam I (Rp.)	Harga satuan overtime Jam II (Rp.)	Knp. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibutuhkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603,050.00				0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m2	759.235	3.204,67	3.412,39	3.924,25	4.779,17	53,48	1,16	2,00	4.676.102,98	
3	Galian biasa	m3	184.500	9.339,17	9.860,28	11.274,67	13.459,15	27,51	0,70	1,00	2.726.856,98	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	207.500	29.004,19	29.332,19	33.657,01	39.868,95	15,00	1,10	2,00	11.377.467,77	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	503.550	13.351,99	13.675,55	15.651,88	18.723,80	15,30	2,69	3,00	8.068.649,25	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	180.000	16.564,99	10.969,44	19.439,85	23.279,75	12,24	1,20	2,00	5.340.376,49	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	304.100	3.505,61								
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	902.900	29.704,63	29.868,38	31.596,83	34.122,37	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	m3	67.470	20.505,28	21.946,95	25.048,99	31.129,63	53,88	1,37	2,00	40.212.942,94	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	Ls	1.000	19.462.860,00				6,00	0,92	1,00	1.661.327,66	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	211.500	63.704,24				0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	crash
13	Lapis perekat aspal emulsi	m3	313.970	58.546,01				60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.919.520	2.793,88				75,60	0,59	1,00	18.381.692,15	
15	Aspal beton	Liter	1.057.800	2.393,68	2.917,21	3.050,71	3.395,21	195,00	0,81	1,00	6.966.318,19	
16	Aspal treated base (ATB)	m3	2.399.400	21.408,85				195,00	0,77	1,00	2.632.031,02	
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	52.890	516.899,05				347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	76.570	400.714,61	402.863,05	405.583,86	412.112,00	13,91	0,64	1,00	27.338.790,92	
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	361.050	352.713,51	354.865,95	357.567,76	364.115,90	3,20	2,01	3,00	47.293.152,57	
20	Beton K-125	m3	21.770	181.816,18				3,20	9,23	10,00	138.875.446,95	crash
21	Pembesian dengan tulangan polos	m3	13.873	181.816,18				3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	1.752.554	3.481,50	3.607,25	3.863,84	3.909,05	100,00	1,43	2,00	2.523.464,54	
23	Fab & Pemasangan Baja Bang. Tg Lt. 28 Kg/m2	Kg	53.830.234	3.667,56	3.794,38	3.641,53	4.045,88	120,00	36,71	37,00	8.749.094,25	
24	Penletakan elastomerik	Kg	2.807.349	7.500,00				0,00	18,00	18,00	204.630.687,63	crash
25	Celagar beton pratukan Pre Cast standar Bina Margas (Kec. tany panwang)	Dm3	84.920	150.300,00				0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
26	Diaphragma beton K-350	bn	5.000	75.235,047,16	75.245,769,62	75.278.886,06	75.337.514,30	0,02	17,18	18,00	394.123.564,53	crash
27	Bore Pile diameter 800 mm	m3	5.820	400.714,01	402.863,05	405.583,86	412.112,00	0,06	8,59	9,00	2.457.554,89	crash
28	Pasangan batu kali	m3	97.000	449.048,27	462.829,63	472.278,08	503.480,85	2,38	3,34	4,00	53.663.888,38	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	1.703.149	139.760,14	141.310,53	142.283,36	145.673,49	8,71	16,01	17,00	255.215.470,22	crash
30	Marka jalan	m3	54.720	139.000,13				9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
31	Patok penuntun	m2	20.995	45.000,00				13,33	0,22	1,00	944.775,00	
32	Rambu jalan tunggal	bn	22.000	50.700,00				15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	
33	Expansion joint type A	bn	3.000	150.000,00				11,79	0,04	1,00	450.000,00	
			14.000	800.700,00				0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	

Tabel : Luas Tempat Kerja dan Jumlah Tenaga Kerja Ideal

No.	Uraian	Luas Tempat Kerja (m ²)	Jumlah Tenaga Kerja Ideal (orang) N = L / 23,225	Dibulatkan (orang)	Jumlah Tenaga Kerja Rencana (orang)	Jumlah Penambahan Tenaga Kerja yang Diperbolehkan (orang)
1	Mobilisasi					
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan					
3	Galian biasa					
4	Galian batu					
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m					
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m					
7	Pemadatan tanah dasar timbunan					
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih					
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton					
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	777.375	33.471	33.000	10.000	23.000
11	Lapis pondasi agregat kelas A					
12	Lapis pondasi agregat kelas B					
13	Lapis perekat aspal emulsi					
14	Lapis resap pengikat					
15	Aspal beton					
16	Aspal treated base (ATB)	1.084.575	46.699	47.000	11.000	36.000
17	Beton K-350 pada elevasi	777.375	33.471	33.000	17.000	16.000
18	Beton K-225 pada elevasi	307.200	13.227	13.000	7.000	6.000
19	Beton K-175 pada elevasi	538.500	23.186	23.000	7.000	16.000
20	Beton K-125	538.500	23.186	23.000	7.000	16.000
21	Pembesian dengan tulangan polos	538.500	23.186	23.000	7.000	16.000
22	Pembesian dengan tulangan ulir	538.500	23.186	23.000	7.000	16.000
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	845.700	36.413	36.000	13.000	10.000
24	Perletakan elastomerik					
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'					
26	Diafragma beton K-350	538.500	23.186	23.000	13.000	10.000
27	Bore Pile diameter 800 mm	307.200	13.227	13.000	7.000	6.000
28	Pasangan batu kali	538.500	23.186	23.000	7.000	16.000
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	1.269.500	54.661	55.000	14.000	41.000
30	Marka jalan					
31	Patok penuntun					
32	Rambu jalan tunggal					
33	Rambu jalan ganda					
34	Expansion joint type A					
35	Lampu penerangan jalan tunggal					

Jenis Pekerjaan : Pembesian dengan Tulangan Polos
 Satuan Pekerjaan : Kg

No	Uraian	Satuan	Kuantitas Alternatif-1	Day Shift		Kuantitas Alternatif-2	Day Shift		Kuantitas Alternatif-3	Day Shift		Kuantitas Alternatif-4	Day Shift	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Pekerja													
1	Mandor	jam	0.0100	2.500.00	25.00	0.0083	20.83	0.0077	2.500.00	2.500.00	19.23	0.0071	2.500.00	17.86
2	Tukang	jam	0.0300	2.000.00	60.00	0.0333	66.67	0.0308	2.000.00	2.000.00	61.54	0.0286	2.000.00	57.14
3	Pekerja	jam	0.0900	1.850.00	166.50	0.0917	169.56	0.0923	1.850.00	1.850.00	170.77	0.0929	1.850.00	171.79
B	Material													
1	Besi Beton	Kg	1.1000	2.600.00	2.860.00	1.1000	2.860.00	1.1000	2.600.00	2.600.00	2.860.00	1.1000	2.600.00	2.860.00
2	Kawat Beton	Kg	0.0200	6.000.00	120.00	0.0200	120.00	0.0200	6.000.00	6.000.00	120.00	0.0200	6.000.00	120.00
C	Peralatan													
1	Alat Bantu	Ls	1.0000	250.00	250.00	1.0000	250.00	1.0000	250.00	250.00	250.00	1.0000	250.00	250.00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				3.481.50		3.487.08		3.487.08		3.481.54		3.481.54	3.476.79

No	Uraian	Satuan	Kuantitas Alternatif-5	Day Shift		Kuantitas Alternatif-6	Day Shift		Kuantitas Alternatif-7	Day Shift		Kuantitas Alternatif-8	Day Shift	
				Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)		Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Pekerja													
1	Mandor	jam	0.0133	2.500.00	33.33	0.0125	31.25	0.0118	2.500.00	2.500.00	29.41	0.0111	2.500.00	27.78
2	Tukang	jam	0.0333	2.000.00	66.67	0.0313	62.50	0.0294	2.000.00	2.000.00	58.82	0.0278	2.000.00	55.56
3	Pekerja	jam	0.0933	1.850.00	172.67	0.0875	161.88	0.0882	1.850.00	1.850.00	163.24	0.0889	1.850.00	164.44
B	Material													
1	Besi Beton	Kg	1.1000	2.600.00	2.860.00	1.1000	2.860.00	1.1000	2.600.00	2.600.00	2.860.00	1.1000	2.600.00	2.860.00
2	Kawat Beton	Kg	0.0200	6.000.00	120.00	0.0200	120.00	0.0200	6.000.00	6.000.00	120.00	0.0200	6.000.00	120.00
C	Peralatan													
1	Alat Bantu	Ls	1.0000	250.00	250.00	1.0000	250.00	1.0000	250.00	250.00	250.00	1.0000	250.00	250.00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				3.502.67		3.485.63		3.485.63		3.481.47		3.481.47	3.477.78

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek akibat penambahan tenaga kerja
Uraian

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan day shift (Rp.)	Jumlah Group	Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
alternatif-1	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.481,50	1,00	13	100,00	2,50	3,00	6.101,516,75	dapat di-crash
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58	1,00	13	120,00	64,03	65,00	198.611.134,20	dapat di-crash
alternatif-2	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.487,08	1,20	16	120,00	2,03	3,00	6.111,301,84	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,62	1,30	17	156,00	49,30	50,00	198.612.859,52	crash
alternatif-3	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.481,54	1,30	17	130,00	1,93	2,00	6.101,584,16	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.693,02	1,60	21	192,00	40,05	41,00	198.796.175,63	crash
alternatif-4	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.476,79	1,40	18	140,00	1,79	2,00	6.093.254,71	crash
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.692,50	1,90	25	228,00	33,73	34,00	198.768.139,05	crash
alternatif-5	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.502,67	1,50	21	150,00	1,07	2,00	6.138.612,48	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.692,12	2,20	29	264,00	29,13	30,00	198.747.748,80	crash
alternatif-6	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.485,63	1,60	21	160,00	1,56	2,00	6.108.746,04	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.700,17	2,50	34	300,00	25,63	26,00	198.180.837,51	crash
alternatif-7	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.481,47	1,70	22	170,00	1,47	2,00	6.101.465,21	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.687,59	2,80	36	336,00	22,89	23,00	198.503.794,15	crash
alternatif-8	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1,752.554	3.477,78	1,80	23	180,00	1,36	2,00	6.094.993,36	-
	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	-	-	-	-	-	-	-	-

LAMPIRAN 5

Jenis Pekerjaan : Beton kelas K-225 pada elevasi : m3

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4			
		Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3304	826,03
2	Tukang	jam	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3304	660,82
3	Pekerja	jam	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,6521	3.055,39
B	Material													
1	Semen	Kg	500,00	359,4864	179.743,20	500,00	359,4864	179.743,20	500,00	359,4864	179.743,20	500,00	359,4864	179.743,20
2	Pasir	m3	30.000,00	0,5360	16.080,00	30.000,00	0,5360	16.080,00	30.000,00	0,5360	16.080,00	30.000,00	0,5360	16.080,00
3	Agregat Kasar	m3	60.000,00	0,7365	44.190,00	60.000,00	0,7365	44.190,00	60.000,00	0,7365	44.190,00	60.000,00	0,7365	44.190,00
4	Beton Ready Mix	m3	450.000,00	0,0500	22.500,00	450.000,00	0,0500	22.500,00	450.000,00	0,0500	22.500,00	450.000,00	0,0500	22.500,00
5	Kayu Perancah	Kg	5.000,00	0,5130	2.565,00	5.000,00	0,5130	2.565,00	5.000,00	0,5130	2.565,00	5.000,00	0,5130	2.565,00
6	peaku	Lb	115.000,00	0,6100	70.150,00	115.000,00	0,6100	70.150,00	115.000,00	0,6100	70.150,00	115.000,00	0,6100	70.150,00
C	Peralatan													
1	Concrete Mixer	jam	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45
2	Transit mixer	jam	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00
3	Water Tank Truck	jam	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15
4	Concrete vibrator	jam	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84
5	Alat Bantu	Ls	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00	1.500,00	1,0000	1.500,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				352.718,51			350.660,59			348.974,62			354.121,06

Jenis Pekerjaan : Pasirngan Batu Kali : m3

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4			
		Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Pekerja													
1	Mandor	jam	2.500,00	0,1148	287,11	2.500,00	0,1148	287,11	2.500,00	0,1148	287,11	2.500,00	0,1148	287,11
2	Tukang	jam	2.000,00	0,3445	689,06	2.000,00	0,3445	689,06	2.000,00	0,3445	689,06	2.000,00	0,3445	689,06
3	Pekerja	jam	1.850,00	1,1484	2.124,61	1.850,00	1,1484	2.124,61	1.850,00	1,1484	2.124,61	1.850,00	1,1484	2.124,61
B	Material													
1	Batu Belah	m3	30.000,00	1,1700	35.100,00	30.000,00	1,1700	35.100,00	30.000,00	1,1700	35.100,00	30.000,00	1,1700	35.100,00
2	Semen	Kg	500,00	176,4000	88.200,00	500,00	176,4000	88.200,00	500,00	176,4000	88.200,00	500,00	176,4000	88.200,00
3	Pasir	m3	30.000,00	0,3675	11.025,00	30.000,00	0,3675	11.025,00	30.000,00	0,3675	11.025,00	30.000,00	0,3675	11.025,00
4														
5														
6														
7														
8														
C	Peralatan													
1	Concrete Mixer	jam	15.972,65	0,1148	1.834,36	15.972,65	0,1148	1.834,36	15.972,65	0,1148	1.834,36	15.972,65	0,1148	1.834,36
2	Concrete Mixer	Ls	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00	500,00	1,0000	500,00
3														
4														
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				139.760,14			139.760,14			139.760,14			139.760,14

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Beton K-350 pada elevasi
m3

No	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			
			Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	
A	Tenaga Kerja											
1	Mandor	jam	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3304	826,03	
2	Tukang	jam	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3304	660,82	
3	Pekerja	jam	1.850,00	1,5625	2.870,63	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,6521	3.056,30	
B	Material											
1	Semen	Kg	500,00	427,1186	213.559,30	500,00	427,1186	213.559,30	500,00	427,1186	213.559,30	
2	Pasir	m3	30.000,00	0,4859	14.577,00	30.000,00	0,4859	14.577,00	30.000,00	0,4859	14.577,00	
3	Agregat Kasar	m3	60.000,00	0,7458	44.748,00	60.000,00	0,7458	44.748,00	60.000,00	0,7458	44.748,00	
4	Beton Ready Mix	m3	450.000,00	0,0800	36.000,00	450.000,00	0,0800	36.000,00	450.000,00	0,0800	36.000,00	
5	Kayu Perancah	Kg	5.000,00	0,8000	4.000,00	5.000,00	0,8000	4.000,00	5.000,00	0,8000	4.000,00	
6	paku	Lb	115.000,00	0,6160	70.840,00	115.000,00	0,6160	70.840,00	115.000,00	0,6160	70.840,00	
7	Multiplek 15 m											
C	Peralatan											
1	Concrete Mixer	jam	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45	
2	Transit mixer	jam	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00	
3	Water Tank Truck	jam	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15	
4	Concrete Vibrator	jam	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84	
5	Alat Bantu	Ls	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				400.714,61			398.656,69			416.246,05	

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Diagrama beton K-350
m3

No	Uraian	Satuan	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3		
			Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja										
1	Mandor	jam	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3125	781,25	2.500,00	0,3304	826,03
2	Tukang	jam	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3125	625,00	2.000,00	0,3304	660,82
3	Pekerja	jam	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,5625	2.890,63	1.850,00	1,6521	3.056,30
B	Material										
1	Semen	Kg	500,00	427,1186	213.559,30	500,00	427,1186	213.559,30	500,00	427,1186	213.559,30
2	Pasir	m3	30.000,00	0,4859	14.577,00	30.000,00	0,4859	14.577,00	30.000,00	0,4859	14.577,00
3	Agregat Kasar	m3	60.000,00	0,7458	44.748,00	60.000,00	0,7458	44.748,00	60.000,00	0,7458	44.748,00
4	Beton Ready Mix	m3	450.000,00	0,0800	36.000,00	450.000,00	0,0800	36.000,00	450.000,00	0,0800	36.000,00
5	Kayu Perancah	Kg	5.000,00	0,8000	4.000,00	5.000,00	0,8000	4.000,00	5.000,00	0,8000	4.000,00
6	paku	Lb	115.000,00	0,6160	70.840,00	115.000,00	0,6160	70.840,00	115.000,00	0,6160	70.840,00
7	Multiplek 15 m										
C	Peralatan										
1	Concrete Mixer	jam	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45	15.972,65	0,3125	4.991,45
2	Transit mixer	jam	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00	33.325,78	0,0000	0,00
3	Water Tank Truck	jam	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15	43.556,14	0,0594	2.586,15
4	Concrete Vibrator	jam	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84	13.170,68	0,3125	4.115,84
5	Alat Bantu	Ls	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00	1.000,00	1,0000	1.000,00
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				400.714,61			398.656,69			416.246,05

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4			
		Satuan	Excavator-Hitachi 0.8 m3	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Excavator-Komatsu PC220-1	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Excavator-Kobelco	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Excavator-Caterpillar E200	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja													
1	Mandor	jam	2,500.00	0.0817	204.27	2,500.00	0.0662	136.43	2,500.00	0.0629	157.36	2,500.00	0.0545	136.18
2	Tukang	jam	2,000.00	0.0000	0.00	2,000.00	0.0000	0.00	2,000.00	0.0000	0.00	2,000.00	0.0000	0.00
3	Pekerja	jam	1,850.00	0.3268	504.63	1,850.00	0.2647	489.68	1,850.00	0.2518	465.79	1,850.00	0.2179	403.09
B	Material													
1	Excavator	jam	106,885.27	0.0817	8,733.28	106,885.27	0.0662	7,072.88	106,885.27	0.0629	6,727.86	106,885.27	0.0545	5,822.19
2	Dump Truck 3.4 m3	jam	39,915.84	0.1634	6,522.81	39,915.84	0.1323	5,281.67	39,915.84	0.1259	5,024.98	39,915.84	0.1089	4,348.54
3	Alat Bantu	Ls	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00
6														
7														
8														
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				16,564.89			13,510.66			12,875.99			11,209.99

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			
		Satuan	Asphalt Sprayer-BKSD-TSS5	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Asphalt Sprayer-Sakai 650 liter	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)	Asphalt Sprayer-Hanta-Pk1000	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp.)
A	Pekerja										
1	Mandor	jam	2,500.00	0.0051	12.82	2,500.00	0.0035	8.82	2,500.00	0.0034	8.44
2	Tukang	jam	2,000.00	0.0410	82.06	2,000.00	0.0282	56.47	2,000.00	0.0270	54.00
3	Pekerja	jam	1,850.00	0.0821	151.79	1,850.00	0.0585	104.47	1,850.00	0.0540	99.90
B	Material										
1	Aspal	Kg	2,000.00	0.8888	1,777.60	2,000.00	0.6680	1,776.00	2,000.00	0.8800	1,776.00
2	Keroserine	L	400.00	0.2530	101.20	400.00	0.2530	101.20	400.00	0.2530	101.20
4											
C	Peralatan										
1	Asphalt Sprayer	jam	22,000.00	0.0051	112.82	22,000.00	0.0035	77.65	22,000.00	0.0034	74.25
2	Flat Bed Truck	jam	57,401.92	0.0051	294.37	57,401.92	0.0035	202.60	57,401.92	0.0069	387.46
3	Air Compressor	jam	22,000.00	0.0051	112.82	22,000.00	0.0035	77.65	22,000.00	0.0034	74.25
4	Alat Bantu	Ls	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00	150.00	1.0000	150.00
6											
7											
8											
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)				2,793.86			2,554.85			2,725.50

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Galian biasa
m3

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4		
		Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco
Satuan		Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0.0485	116.21	2.500.00	0.0387	96.84	2.500.00	0.0362	90.38	2.500.00	0.0329	82.31
2	Tukang	jam	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00
3	Pekerja	jam	0.1859	343.97	1.850.00	0.1549	283.64	1.850.00	0.1436	267.53	1.850.00	0.1317	243.64
B	Material												
1													
C	Peralatan												
1	Excavator	jam	106.885.27	4.998.27	106.885.27	0.0387	4.140.22	106.885.27	0.0362	3.864.21	106.885.27	0.0329	3.519.19
2	Dump Truck 3.4 m3	jam	39.915.84	3.710.75	39.915.84	0.1152	4.634.44	39.915.84	0.1085	4.329.21	39.915.84	0.0988	3.942.68
3	Alat Bantu	Ls	500.00	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00
5													
6													
7													
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			9.639.19			9.662.14			9.051.33			8.287.82

Jenis Pekerjaan
Satuan Pekerjaan

Galian konstruksi 0 - 2 m
m3

No	Uraian	Alternatif-1			Alternatif-2			Alternatif-3			Alternatif-4		
		Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco	Excavator-Hilachi 0.8 m3	Excavator-Komatsu PC220-1	Excavator-Kobelco
Satuan		Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Kuantitas	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja												
1	Mandor	jam	0.0654	163.41	2.500.00	0.0529	32.35	2.500.00	0.0504	125.89	2.500.00	0.0436	108.94
2	Tukang	jam	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00	2.000.00	0.0000	0.00
3	Pekerja	jam	0.2615	483.71	1.850.00	0.2118	391.74	1.850.00	0.2014	372.63	1.850.00	0.1743	322.47
B	Material												
1													
2													
3													
C	Peralatan												
1	Excavator	jam	106.885.27	6.986.62	106.885.27	0.0529	5.656.30	106.885.27	0.0504	5.362.29	106.885.27	0.0436	4.657.75
2	Dump Truck 3.4 m3	jam	39.915.84	5.218.25	39.915.84	0.1069	4.226.14	39.915.84	0.1007	4.019.98	39.915.84	0.0872	3.478.83
3	Alat Bantu	Ls	500.00	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00	500.00	1.0000	500.00
5													
6													
7													
8													
D	Harga Satuan Pekerjaan (A + B + C)			13.351.99			10.908.53			10.400.79			9.067.93

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk alternatif-1 (durasi dan biaya normal)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan Day shift (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	3.603.050,00	0,00	6,00	6,00	3.603.050,00	
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	3.284,67	53,48	2,03	3,00	2.493.833,31	
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.639,19	21,51	1,23	2,00	1.778.431,17	
4	Galian batu	m ³	202.500	29.002,19	15,00	1,93	2,00	5.872.942,67	
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	13.351,99	15,30	4,70	5,00	6.723.394,89	
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	16.564,99	12,24	2,10	3,00	2.981.687,90	
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	3.505,61	75,60	0,57	1,00	1.066.057,34	
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	29.704,63	53,88	2,39	3,00	26.822.089,66	
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	20.505,28	6,00	1,61	2,00	1.382.260,92	
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	19.462.960,00	0,00	6,00	6,00	19.462.960,00	
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	63.704,24	60,48	0,50	1,00	13.477.268,96	
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	58.546,01	75,60	0,59	1,00	18.381.682,15	
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	2.783,88	195,00	1,41	2,00	5.362.901,84	
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.383,68	195,00	0,77	1,00	2.532.031,02	
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	21.408,85	347,83	0,99	1,00	51.368.404,13	
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	516.899,05	13,91	0,54	1,00	27.338.790,92	
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	400.714,61	3,20	3,51	4,00	31.484.147,02	
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	352.718,51	3,20	16,12	17,00	127.349.018,55	
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	181.818,18	3,20	0,97	1,00	3.958.181,81	
20	Beton K-125	m ³	13.879	181.818,18	3,20	0,62	1,00	2.523.454,54	
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	3.481,50	100,00	2,50	3,00	6.101.516,75	
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	3.689,58	120,00	64,08	65,00	198.611.134,20	
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	7.500,00	0,00	18,00	18,00	21.055.117,50	
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	150.000,00	0,00	8,00	8,00	12.723.000,00	
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bima Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	75.235,047,16	0,02	30,00	30,00	376.175.235,82	
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	400.714,61	0,06	15,00	15,00	2.332.159,04	
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	449.048,27	2,38	5,82	6,00	43.557.682,02	
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14	8,71	27,94	28,00	238.032.343,15	
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	139.000,13	9,14	0,86	1,00	7.606.087,31	
30	Marka jalan	m ²	20.995	45.000,00	13,33	0,22	1,00	944.775,00	
31	Patok penuntun	bh	22.000	50.000,00	15,24	0,21	1,00	1.100.000,00	
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	150.000,00	11,79	0,04	1,00	450.000,00	
33	Expansion joint type A	bh	14.000	800.000,00	0,00	8,00	8,00	11.200.000,00	

Lampiran 5

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk alternatif 2 (penggantian dan penambahan alat)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan Day shift (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	-	-	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	-	-	-	-	-	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	9.662,14	25,82	1,02	2,00	1.782.665,20	-
4	Galian batu	m ³	202.500	-	-	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	10.908,53	18,89	3,81	4,00	5.492.988,14	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	13.510,66	15,11	1,70	2,00	2.431.918,30	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	-	-	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	28.194,89	66,38	1,94	2,00	25.458.857,53	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	-	-	-	-	-	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	-	-	-	-	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	-	-	-	-	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	-	-	-	-	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	m ³	1.919.520	2.554,85	283,33	0,97	1,00	4.904.093,03	crash
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	-	-	-	-	-	-
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	-	-	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	-	-	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	398.656,69	6,40	1,75	2,00	31.322.456,34	crash
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	350.660,59	6,40	8,06	9,00	126.606.006,99	crash
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	-	-	-	-	-	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	-	-	-	-	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	-	-	-	-	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	-	-	-	-	-	-
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	-	-	-	-	-	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	-	-	-	-	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	-	-	-	-	-	-
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	-	-	-	-	-	-
27	Bore Pile diameter 800 mm	m ³	97.000	-	-	-	-	-	-
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.760,14	17,41	13,97	14,00	238.032.343,15	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m ³	54.720	-	-	-	-	-	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	-	-	-	-	-	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	-	-	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	-	-	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	-	-	-	-	-	-

Lampiran 5

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk alternatif 3 (penggantian dan penambahan alat)									
No.	Urutan	Unit	Volume	Harga Satuan Day shift (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (h ri)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	-	-	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m2	759.235	-	-	-	-	-	-
3	Galian biasa	m3	184.500	9.051,33	27,66	0,95	1,00	1.669.970,85	-
4	Galian batu	m3	202.500	-	-	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m3	503.550	10.400,79	19,86	3,62	4,00	5.237.319,21	-
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m3	180.000	12.875,99	15,89	1,62	2,00	2.317.678,38	-
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m3	304.100	-	-	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m3	902.960	27.815,58	73,37	1,76	2,00	25.116.357,63	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m3	67.410	-	-	-	-	-	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	-	-	-	-	-	crash
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	211.560	-	-	-	-	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	313.970	-	-	-	-	-	-
13	Lapis perkerat aspal emulsi	Liter	1.919.520	-	-	-	-	-	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	2.725,50	296,30	0,93	1,00	5.231.652,84	-
15	Aspal beton	m2	2.389.400	-	-	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	m3	52.890	-	-	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m3	78.570	416.246,06	-	-	-	-	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m3	361.050	349.974,62	3,03	3,71	4,00	32.704.452,97	-
19	Beton K-175 pada elevasi	m3	21.770	-	9,60	5,37	6,00	126.358.336,47	-
20	Beton K-125	m3	13.879	-	-	-	-	-	crash
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	-	-	-	-	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	-	-	-	-	-	-
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m2	Kg	2.807.349	-	-	-	-	-	-
24	Perletakan elastomerik	Dm3	84.820	-	-	-	-	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang parancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	-	-	-	-	-	-
26	Diaphragma beton K-350	m3	5.820	-	-	-	-	-	-
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	-	-	-	-	-	-
28	Pasangan batu kali	m3	1.703.149	139.760,14	26,12	9,31	10,00	238.032.343,15	-
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran air	m3	54.720	-	-	-	-	-	-
30	Marka jalan	m2	20.995	-	-	-	-	-	-
31	Patok penuntun	bh	22.000	-	-	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	3.000	-	-	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	-	-	-	-	-	-

Lampiran 5

Perhitungan durasi dan biaya kegiatan proyek untuk alternatif-4 (penggantian dan penambahan alat)

No.	Uraian	Unit	Volume	Harga Satuan Day shift (Rp.)	Kap. Produksi (unit/jam)	Durasi (hari)	Durasi Dibulatkan (hari)	Biaya (Rp.)	Keterangan
1	Mobilisasi	Ls	1.000	-	-	-	-	-	-
2	Pembersihan dan penyiapan badan jalan	m ²	759.235	-	-	-	-	-	-
3	Galian biasa	m ³	184.500	8.287,82	30,37	0,87	1,00	1.529.102,92	crash
4	Galian batu	m ³	202.500	-	-	-	-	-	-
5	Galian konstruksi pada kedalaman 0 - 2 m	m ³	503.550	9.067,99	22,95	3,13	4,00	4.566.188,26	crash
6	Galian konstruksi pada kedalaman 2 - 4 m	m ³	180.000	11.209,99	18,36	1,40	2,00	2.017.798,60	crash
7	Pemadatan tanah dasar timbunan	m ³	304.100	-	-	-	-	-	-
8	Timbunan dengan bahan-bahan terpilih	m ³	902.960	27.840,67	77,45	1,67	2,00	25.139.011,77	-
9	Pembongkaran pasangan bata, batu, beton	m ³	67.410	-	-	-	-	-	-
10	Pembongkaran tiang listrik dan pemasangan, kembali tiang listrik 3 buah	Ls	1.000	-	-	-	-	-	-
11	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	211.560	-	-	-	-	-	-
12	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	313.970	-	-	-	-	-	-
13	Lapis perekat aspal emulsi	Liter	1.919.520	-	-	-	-	-	-
14	Lapis resap pengikat	Liter	1.057.800	-	-	-	-	-	-
15	Aspal beton	m ²	2.399.400	-	-	-	-	-	-
16	Aspal treated base (ATB)	m ³	52.890	-	-	-	-	-	-
17	Beton K-350 pada elevasi	m ³	78.570	-	-	-	-	-	-
18	Beton K-225 pada elevasi	m ³	361.050	-	-	-	-	-	-
19	Beton K-175 pada elevasi	m ³	21.770	354.121,06	3,03	17,04	17,00	127.855.408,86	-
20	Beton K-125	m ³	13.879	-	-	-	-	-	-
21	Pembesian dengan tulangan polos	Kg	1.752.554	-	-	-	-	-	-
22	Pembesian dengan tulangan ulir	Kg	53.830.234	-	-	-	-	-	-
23	Fab. & Pemasangan Baja Bang. Tg. Lt. 28 Kg/m ²	Kg	2.807.349	-	-	-	-	-	-
24	Perletakan elastomerik	Dm ³	84.820	-	-	-	-	-	-
25	Gelagar beton pratekan Pre Cast standar Bina Marga (Kec. tiang pancang) termasuk pemasangan, bentang 31,00 m'	bh	5.000	-	-	-	-	-	-
26	Diaphragma beton K-350	m ³	5.820	-	-	-	-	-	-
27	Bore Pile diameter 800 mm	m'	97.000	-	-	-	-	-	-
28	Pasangan batu kali	m ³	1.703.149	139.750,14	34,83	6,99	7,00	238.032.343,15	crash
29	Pasangan batu pada perkerasan saluran a.:	m ³	54.720	-	-	-	-	-	-
30	Marka jalan	m ²	20.995	-	-	-	-	-	-
31	Patok penuntun	bh	3.000	-	-	-	-	-	-
32	Rambu jalan tunggal	bh	14.000	-	-	-	-	-	-
33	Expansion joint type A	bh	14.000	-	-	-	-	-	-

LAMPIRAN 6

Berkas Data Diagram Jaringan CPM

<u>I#-</u>	<u>J#-</u>	<u>DUR</u>
1	2	6
2	3	6
3	4	6
4	5	17
5	6	1
6	7	1
7	8	8
8	9	30
9	22	15
22	23	4
23	24	1
24	27	8
2	10	3
10	11	2
11	12	1
12	13	3
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	1
17	23	2
10	5	3
10	22	65
10	23	28
2	18	5
18	5	3
2	19	2
19	20	2
20	5	0
20	21	1
21	26	1
9	25	18
25	26	1
26	27	1

Keterangan :

- I# - berisi nomor node awal kegiatan
- J# - berisi nomor node akhir kegiatan
- DUR berisi durasi normal dari kegiatan yang bersangkutan
- Berkas data diagram jaringan CPM diformulasikan dan disimpan dalam file dengan extension BSE (misal : CPM_1.BSE)
- Berkas data diagram jaringan CPM pada file CPM_1, CPM_2, CPM_3, CPM_4, CPM_5, CPM_6, CPM_7, CPM_8 dan CPM_9 adalah sama

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 1.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	5	47184710.61
2	4	44841612.21
3	17	127349018.55
3	15	133446284.75
3	13	128595263.04
3	12	129050037.19
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.82
7	27	380660117.25
7	25	391446779.86
7	23	390660668.27
7	21	384565055.66
8	15	2332159.04
8	14	2450499.55
8	13	2529723.23
8	12	2537973.02
8	11	2512415.49
9	4	31484147.02
9	3	33702894.71
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	2824430.14
13	2	1382260.92
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	28329943.62
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	5828606.35
21	5	6101516.75
21	2	6727654.85
22	65	198611134.20
22	57	199517434.16
22	52	202870809.70
22	48	204510500.40
22	44	203276001.50
23	28	238032343.15
23	25	239914559.04
23	23	245512382.45
23	21	243875184.43
23	20	251035132.59
24	5	6723394.89
24	4	7386035.30
25	3	2981697.90
25	2	3252292.50
26	2	1778431.17
26	1	1873668.55
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Keterangan :

- *TASK* berisi nomor kegiatan, dimulai dari 0 untuk kegiatan pertama
- *DUR* berisi durasi kegiatan. Maksimal terdapat 8 kemungkinan durasi untuk satu kegiatan
- *COST* berisi biaya kegiatan untuk durasi kegiatan yang bersangkutan
- Berkas data durasi dan biaya diformulasikan dan disimpan dalam file dengan extension CRS (misal : CPM_1.CRS)

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 2.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	5	48421065.96
2	4	47549128.93
3	17	127349018.55
3	15	135547033.39
3	13	132236560.68
3	12	135691408.39
3	11	136875107.63
3	10	135787658.39
3	9	132429060.68
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.82
7	27	386929992.71
7	24	386935353.94
7	21	376191319.51
7	20	394109766.02
7	18	386946076.39
7	17	395905693.19
8	15	2332159.04
8	14	2489303.50
8	12	2401650.19
8	11	2447144.03
8	10	2447977.62
8	9	2404150.97
9	4	31484147.02
9	3	34662992.43
9	2	33421955.67
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	2824247.65
13	2	1382260.92
13	1	1516630.16
14	1	1066057.34
15	3	26322089.66
15	2	28847018.37
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	5520209.20
21	3	6101516.75
21	2	6317000.00
22	65	198611134.20
22	57	202610775.00
22	50	200495000.00
22	45	200935125.00
22	41	201742550.00
22	38	204283250.00
22	35	204092000.00
23	28	238032343.15
23	25	243729308.91
23	22	241551890.82
23	20	244201808.91
23	19	241929890.82
23	17	249407145.09
23	16	254423481.27
24	5	6723394.89
24	4	7393184.28
24	3	6800185.59
25	3	2981697.90
25	2	3253681.98
26	2	1778431.17
26	1	1876263.75
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 3.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	5	47802888.28
2	4	47054586.80
3	17	127349018.55
3	13	130415911.86
3	12	134010809.48
3	11	135334558.63
3	10	134387159.30
3	9	131168611.50
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.82
7	24	381362131.30
7	22	388966404.45
7	20	389464413.82
7	18	382766159.42
7	17	391957993.82
8	15	2332159.04
8	12	2368369.66
8	11	2416655.21
8	10	2420260.52
8	9	2379205.57
9	4	31484147.02
9	3	34182943.57
9	2	33101923.10
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	3189415.02
13	2	1382260.92
13	1	1516304.20
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	28583480.99
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	5468906.46
21	3	6101516.75
21	2	6233057.73
22	65	198611134.20
22	51	201737173.99
22	46	202903969.68
22	42	204383796.23
22	38	202221022.78
22	35	202192580.19
23	28	238032343.15
23	23	249021952.34
23	20	241150009.01
23	18	239183270.91
23	17	246813115.18
23	16	251982041.35
24	5	6723394.89
24	4	7389609.79
24	3	7425153.41
25	3	2981697.90
25	2	3667665.25
26	2	1778431.17
26	1	1874966.15
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 4.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	5	52692383.22
2	4	46560044.66
3	17	127349018.60
3	12	132330210.60
3	11	133794009.60
3	10	132986660.20
3	9	129908162.30
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.80
7	22	383887617.00
7	20	384820061.60
7	18	378586242.40
7	17	388010294.50
8	15	2332159.04
8	11	2386166.39
8	10	2392543.41
8	9	2354260.18
9	4	31484147.02
9	3	37570379.98
9	2	32781890.52
10	1	51366404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	3554582.39
13	2	1382260.92
13	1	1515978.24
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	31550567.88
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	5986459.63
21	3	6101516.75
21	2	6870565.45
22	65	198611134.20
22	47	204764276.10
22	42	202104492.50
22	39	205426132.30
22	36	206015822.10
23	28	238032343.20
23	21	250003119.60
23	19	249572020.50
23	17	244219085.30
23	16	249540601.40
24	5	6723394.69
24	4	8222900.22
24	3	7422472.54
25	3	2981697.90
25	2	4081648.51
26	2	1778431.17
26	1	2085992.30
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 5.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	4	45700828.43
3	17	127349018.55
3	11	130787184.03
3	10	130253182.39
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.82
7	21	394313060.18
7	19	390799189.33
7	17	380119052.70
8	15	2332159.04
8	11	2572106.62
8	10	2561579.98
8	9	2506393.09
9	4	31484147.02
9	3	40498023.64
9	2	32155329.45
10	1	51366404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	3932850.25
13	2	1382260.92
13	1	1523112.11
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	34271443.28
16	1	19381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	5907532.99
21	3	6101516.75
21	2	7449104.85
22	65	198611134.20
22	43	202786298.28
22	40	206851417.00
22	36	202557975.30
23	28	238032343.15
23	19	244027698.23
23	18	253332397.97
23	16	244871698.47
24	5	6723394.89
24	4	9070783.82
24	3	7430736.55
25	3	2981697.90
25	2	4503326.13
26	2	1778431.17
26	1	2300262.76
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 6.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
2	4	49247750.29
3	17	127349018.55
3	11	140271675.04
3	10	138875446.95
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.82
7	19	381979565.19
7	18	394123564.53
8	15	2332159.04
8	10	2507315.31
8	9	2457554.89
9	4	31484147.02
9	3	43425667.30
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
12	2	4311118.10
13	2	1382260.92
13	1	1661327.66
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	36992318.68
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	6397462.27
21	3	6101516.75
21	2	8027644.25
22	65	198611134.20
22	40	203009365.00
22	37	204630687.63
23	28	238032343.15
23	18	248079882.14
23	17	255215470.22
24	5	6723394.89
24	3	7439000.56
25	3	2981697.90
25	2	4925003.74
26	2	1778431.17
26	1	2514533.23
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 7.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
3	17	127349018.60
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.80
8	15	2332159.04
9	4	31484147.02
9	3	33702894.71
10	1	51368404.13
11	9	11200000.00
12	3	2493833.31
13	2	1382260.92
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
16	1	18381692.15
17	1	13477268.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
21	3	6101516.75
21	2	6093254.71
22	65	198611134.20
22	50	198612859.52
22	41	198796175.63
22	34	198768139.05
22	30	198747748.80
22	26	199180837.51
22	23	198503794.15
23	28	238032343.20
24	5	6723394.89
25	3	2981697.90
26	2	1778431.17
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 8.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
3	17	127349018.60
3	9	126606007.00
3	6	126358336.50
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.80
8	15	2332159.04
9	4	31484147.02
9	2	31322456.34
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
13	2	1382260.92
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	25116357.63
16	1	18381692.15
17	1	13477269.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	4904093.03
21	3	6101516.75
22	65	198611134.20
23	28	238032343.20
23	14	238032343.20
23	10	238032343.20
23	7	238032343.20
24	5	6723394.89
24	4	4566188.26
25	3	2981697.90
25	2	2017798.60
26	2	1778431.17
26	1	1529102.92
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

Berkas Data Durasi dan Biaya Kegiatan CPM 9.CRS

TASK	DUR	COST
0	6	3603050.00
1	6	19462960.00
2	6	43557682.02
3	17	127349018.60
3	9	126606007.00
3	6	126358336.50
4	1	2523454.54
5	1	3958181.81
6	8	12723000.00
7	30	376175235.80
8	15	2332159.04
9	4	31484147.02
9	2	31322456.34
10	1	51368404.13
11	8	11200000.00
12	3	2493833.31
13	2	1382260.92
14	1	1066057.34
15	3	26822089.66
15	2	25116357.63
16	1	18381692.15
17	1	13477269.96
18	1	2532031.02
19	1	27338790.92
20	2	5362901.84
20	1	4904093.03
21	3	6101516.75
21	2	6093254.71
22	65	198611134.20
22	50	198612859.50
22	41	198796175.60
22	34	198768139.10
22	30	198747748.80
22	26	199130837.50
22	23	198503794.20
23	28	238032343.20
23	14	238032343.20
23	10	238032343.20
23	7	238032343.20
24	5	6723394.89
24	4	4566188.26
25	3	2981697.90
25	2	2017798.60
26	2	1778431.17
26	1	1529102.92
27	2	5872942.67
29	1	7606087.31
30	1	1100000.00
31	18	21055117.50
32	1	450000.00
33	1	944775.00

PARAMETER

Project Duration = 103.00

Preliminary cost = 1275851660.00

Expected Project Duration = 90.00

First Acceptance Probability = 0.500000

Final Acceptance Probability = 0.000001

Number of Iteration = 500

Tabel : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-2 Berkas Data CPM_1

CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT
1	1300538313	51	1296254921	101	1290960585	151	1289228233	201	1285499977	251	1283775369	301	1283980105	351	1283843401	401	1284609097	451	1283648201
2	1286128969	52	1290131017	102	1285429833	152	1286464457	202	1290252233	252	1284754889	302	1283980105	352	1283843401	402	1284609097	452	1284459337
3	1291379017	53	1289276103	103	1287620169	153	1296687753	203	1288008133	253	1284754889	303	1283980105	353	1283843401	403	1284689609	453	1284459337
4	1290937545	54	1296692233	104	1294664265	154	1301677365	204	1294298185	254	1284754889	304	1283980105	354	1283843401	404	1284689609	454	1284459337
5	1288025801	55	1300084809	105	1286530889	155	1296945225	205	1290261833	255	1287511497	305	1283980105	355	1283843401	405	1284689609	455	1284459337
6	1287171017	56	1289514569	106	1286559177	156	1292946505	206	1288582217	256	1287221833	306	1283980105	356	1283843401	406	1284689609	456	1284459337
7	1287633353	57	1289946697	107	1290996009	157	1286720225	207	1287172169	257	1286862281	307	1283980105	357	1283843401	407	1284689609	457	1284459337
8	1291940937	58	1294603849	108	1290194249	158	1287764297	208	1288700617	258	1286862281	308	1283980105	358	1283843401	408	1284689609	458	1284459337
9	1293789769	59	1285328073	109	1293905225	159	1285815593	209	1289032649	259	1286862281	309	1283980105	359	1283843401	409	1284689609	459	1284459337
10	1304699337	60	1298195657	110	1293656649	160	1285900873	210	1284425289	260	1290829129	310	1283980105	360	1284069085	410	1284689609	460	1284128713
11	1296608073	61	1301089225	111	1292105289	161	1300621001	211	1286510835	261	1286790921	311	1283980105	361	1284069085	411	1284689609	461	1284128713
12	1288914633	62	1295945801	112	1294537289	162	1293933545	212	1286510835	262	1286453697	312	1284238153	362	1285121865	412	1284689609	462	1284128713
13	1297310537	63	1290479177	113	1290882889	163	1293933545	213	1286510835	263	1286453697	313	1284238153	363	1285121865	413	1284689609	463	1285366857
14	1297310537	64	1290479177	114	1292280049	164	1286510835	214	1286702793	264	1286453697	314	1284238153	364	1285121865	414	1284925001	464	1285366857
15	1290120393	65	1286341193	115	1290239977	165	1290535529	215	1286702793	265	1286453697	315	1284238153	365	1285121865	415	1284925001	465	1285366857
16	1290416457	66	1292496329	116	1286406601	166	1286315593	216	1286702793	266	1286453697	316	1284238153	366	1285121865	416	1284925001	466	1285366857
17	1284419017	67	1290853705	117	1289303241	167	1290075081	217	1289136201	267	1286702793	317	1284238153	367	1285121865	417	1284925001	467	1285366857
18	128657257	68	1290992201	118	1289187529	168	1289530953	218	1289136201	268	1286702793	318	1284238153	368	1285121865	418	1284925001	468	1285366857
19	1289821769	69	1287723849	119	1289518921	169	1286912585	219	1289136201	269	1286702793	319	1284238153	369	1285121865	419	1284925001	469	1285366857
20	1297966921	70	1293989193	120	1290013385	170	1285122121	220	1286816713	270	1286702793	320	1284238153	370	1285121865	420	1284925001	470	1285366857
21	1292235337	71	1287127241	121	1286974537	171	1284511049	221	1286816713	271	1286702793	321	1284238153	371	1285121865	421	1284925001	471	1285366857
22	1296013385	72	1302044233	122	1286974537	172	1284511049	222	1286816713	272	1286702793	322	1284238153	372	1285121865	422	1284925001	472	1285366857
23	1302055369	73	1295477961	123	128910761	173	1289566409	223	1285280201	273	1286702793	323	1284238153	373	1285121865	423	1284925001	473	1285366857
24	1293107529	74	1289281097	124	128971977	174	1289566409	224	1285280201	274	1286702793	324	1284238153	374	1285121865	424	1284925001	474	1285366857
25	1292677961	75	1289281097	125	1289934025	175	1289566409	225	1285280201	275	1286702793	325	1284238153	375	1285121865	425	1284925001	475	1285366857
26	1293601865	76	1293732681	126	1289934025	176	1289566409	226	1285280201	276	1286702793	326	1284238153	376	1285121865	426	1284925001	476	1285366857
27	1295180873	77	1292218441	127	1289676745	177	1289566409	227	1285280201	277	1286702793	327	1284238153	377	1285121865	427	1284925001	477	1285366857
28	1289885353	78	1291093065	128	1289874889	178	1289566409	228	1285280201	278	1286702793	328	1284238153	378	1285121865	428	1284925001	478	1285366857
29	1300287849	79	1292564681	129	1289874889	179	1289566409	229	1285280201	279	1286702793	329	1284238153	379	1285121865	429	1284925001	479	1285366857
30	1298417993	80	1301352137	130	1289874889	180	1289566409	230	1285280201	280	1286702793	330	1284238153	380	1285121865	430	1284925001	480	1285366857
31	1287887889	81	1286580041	131	1289874889	181	1289566409	231	1285280201	281	1286702793	331	1284238153	381	1285121865	431	1284925001	481	1285366857
32	1284949361	82	1294350665	132	1289874889	182	1289566409	232	1285280201	282	1286702793	332	1284238153	382	1285121865	432	1284925001	482	1285366857
33	1291393865	83	1292536773	133	1290039753	183	1292217545	233	1285280201	283	1286702793	333	1284238153	383	1285121865	433	1284925001	483	1285366857
34	1286461769	84	1285707721	134	1290039753	184	1292217545	234	1285280201	284	1286702793	334	1284238153	384	1285121865	434	1284925001	484	1285366857
35	1286494153	85	1285707721	135	1287240393	185	1292217545	235	1285280201	285	1286702793	335	1284238153	385	1285121865	435	1284925001	485	1285366857
36	1289927881	86	1298512969	136	1287971017	186	1295030089	236	1285280201	286	1286702793	336	1284238153	386	1285121865	436	1284925001	486	1285366857
37	1287523913	87	1296371129	137	1290033737	187	1286600393	237	1285280201	287	1286702793	337	1284238153	387	1285121865	437	1284925001	487	1285366857
38	1288028569	88	1292971431	138	1287583561	188	1289228361	238	1285280201	288	1286702793	338	1284238153	388	1285121865	438	1284925001	488	1285366857
39	1303321289	89	1286979145	139	1287030601	189	1286528665	239	1285280201	289	1286702793	339	1284238153	389	1285121865	439	1284925001	489	1285366857
40	1296829641	90	1292324825	140	1286939465	190	1286957769	240	1285280201	290	1286702793	340	1284238153	390	1285121865	440	1284925001	490	1285366857
41	1296287699	91	1286583241	141	1286939465	191	1286957769	241	1285280201	291	1286702793	341	1284238153	391	1285121865	441	1284925001	491	1285366857
42	1290772169	92	1291406793	142	1286939465	192	1286957769	242	1285280201	292	1286702793	342	1284238153	392	1285121865	442	1284925001	492	1285366857
43	1294772937	93	1290094409	143	1286939465	193	1290129009	243	1285280201	293	1286702793	343	1284238153	393	1285121865	443	1284925001	493	1285366857
44	1286493385	94	1287719497	144	1286939465	194	1290129009	244	1285280201	294	1286702793	344	1284238153	394	1285121865	444	1284925001	494	1285366857
45	1297387977	95	1286251209	145	1286939465	195	1286957769	245	1285280201	295	1286702793	345	1284238153	395	1285121865	445	1284925001	495	1285366857
46	1295862801	96	1284606281	146	1290240841	196	1290415689	246	1285280201	296	1286702793	346	1284238153	396	1285121865	446	1284925001	496	1285366857
47	1295862801	97	1292321669	147	1286939465	197	1286957769	247	1285280201	297	1286702793	347	1284238153	397	1285121865	447	1284925001	497	1285366857
48	1295874533	98	1292321669	148	1296083913	198	1286957769	248	1285280201	298	1286702793	348	1284238153	398	1285121865	448	1284925001	498	1285366857
49	1292138569	99	1294307145	149	1293122633	199	1286957769	249	1285280201	299	1286702793	349	1284238153	399	1285121865	449	1284925001	499	1285366857
50	1292671561	100	1290148425	150	1289327433	200	1285784265	250	1284484169	300	1283980105	350	1283843401	400	1284609097	450	1283648201	500	1283046985

Tabel : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-2 Berkas Data CPM_2

..... PARAMETER
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851660.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT
1	1285524001	51	1290465313	101	1286444705	151	1290688961	201	1287195169	251	1284508419	301	1276639777	351	1276270113	401	1276544673	451	1276388793								
2	1295000481	52	1287129505	102	1282538401	152	1289676193	202	1280638113	252	1279676705	302	1279339553	352	1278669793	402	1276412705	452	1276314529								
3	1310276129	53	1287078433	103	1293180705	153	1283450145	203	1281567648	253	1282589729	303	1278088513	353	1278212641	403	1276117921	453	1276237857								
4	1291662241	54	1302279713	104	1284809889	154	1279999377	204	1279999377	254	1285473569	304	1278218657	354	1290311585	404	1276860449	454	1276885409								
5	1321986465	55	1307066145	105	1288359073	155	1288593825	205	1281551139	255	1278602849	305	1276411809	355	1277092129	405	1276780065	455	1277313697								
6	1321778721	56	1291422241	106	1286200609	156	1286825377	206	1278823713	256	1280612897	306	1277092129	356	1280507425	406	1276578977	456	1277049121								
7	1302500897	57	1289065761	107	1280913185	157	1286607713	207	127932129	257	1279685793	307	1279639201	357	1279990945	407	1277296161	457	1276958825								
8	1282615841	58	12863630049	108	1284510369	158	1287406689	208	1280015005	258	1282066977	308	1279114145	358	1278392865	408	1278391201	458	1276237857								
9	1285799969	59	1289563937	109	1286989345	159	1284193097	209	1280916257	259	1282671649	309	1280322209	359	1278661929	409	1278670369	459	1276410273								
10	1294069281	60	1283852577	110	1285261345	160	128274785	210	1282964385	260	1279005473	310	1276117921	360	1290837793	410	1276333345	460	1276309089								
11	1293256609	61	1284020385	111	1289924129	161	1296001313	211	1283271329	261	1281085217	311	1276477249	361	1277333537	411	1276333345	461	1276432161								
12	1290779553	62	1282592545	112	1286650657	162	1289590433	212	1276539237	262	128113249	312	1276777249	362	1276311809	412	1276333345	462	1276351905								
13	1286716193	63	1282583457	113	1289127201	163	1285394275	213	1286454049	263	1280154273	313	1278445345	363	1276314529	413	1277042721	463	1276448801								
14	1283131425	64	1288486537	114	1292457505	164	1285199393	214	1278280665	264	1279578273	314	1278543137	364	1276314529	414	1276665121	464	1278213537								
15	1283761925	65	1292211617	115	1292457505	165	1281607649	215	1278280665	265	1279578273	315	1278543137	365	1276314529	415	1276665121	465	1278213537								
16	1296035233	66	1290677153	116	1297938721	166	1285394275	216	1283483297	266	1283603873	316	1278620193	366	1276763425	416	1276448289	466	1278154017								
17	1297540641	67	1294048417	117	1300171169	167	1276743713	217	1278947617	267	1285004193	317	1280505377	367	1277525025	417	1276117921	467	1276037537								
18	1298202785	68	1295794593	118	1300462369	168	1288916641	218	1276936993	268	1278514177	318	1276173729	368	1276907553	418	1276757537	468	1277034529								
19	1296125729	69	1297611121	119	1305515937	169	1283946017	219	1278567585	269	1279309921	319	1276332577	369	1276351009	419	12766621985	469	1276193697								
20	1293440289	70	1294364193	120	1298109345	170	1284703905	220	1282218401	270	1279055777	320	1276332577	370	1276661665	420	1276267489	470	1276193697								
21	1296961697	71	1294114721	121	1302193825	171	1284703905	221	1279883409	271	1278924961	321	1279346849	371	1276662785	421	1276267489	471	1276193697								
22	1296245409	72	1294260513	122	1286285633	172	1279205281	222	1278653409	272	1278924961	322	1279346849	372	1276454177	422	1276267489	472	1276059425								
23	1290526369	73	1286063745	123	1288621857	173	1279352417	223	1279645793	273	1278924961	323	1279346849	373	1276454177	423	1276267489	473	1276059425								
24	1293547041	74	12796623201	124	1284646097	174	1276666753	224	1282202529	274	1278633409	324	1276390689	374	1276199073	424	1276485665	474	127628289								
25	1288143393	75	1281821985	125	1284646097	175	1276666753	225	1282202529	275	1278633409	325	1276390689	375	1276199073	425	1276485665	475	127628289								
26	1298739489	76	1296278561	126	1288290081	176	1276666753	226	1282202529	276	1278633409	326	1276390689	376	1276199073	426	1276485665	476	1276309409								
27	1295281953	77	1295566497	127	1296278561	177	1276666753	227	1282202529	277	1278633409	327	1276390689	377	1276199073	427	1276485665	477	1276309409								
28	1287616417	78	1291269537	128	1282431137	178	1289096273	228	1282441121	278	1280063305	328	1276481185	378	1276332577	428	1276237857	478	1276290989								
29	1298662177	79	1290064289	129	128565729	179	1289096273	229	1282441121	279	1280063305	329	1276481185	379	1276332577	429	1276237857	479	1276290989								
30	1290801569	80	1289724577	130	1286446241	180	1281410081	230	1285345697	280	1276481185	330	1276332577	380	1276332577	430	1276237857	480	1276290989								
31	1294638241	81	1289399089	131	1286733217	181	1261475233	231	1287003041	281	1278716705	331	1276332577	381	1276332577	431	1276237857	481	1276290989								
32	1294251169	82	1289399089	132	1286733217	182	1261475233	232	1287003041	282	1278716705	332	1276332577	382	1276332577	432	1276237857	482	1276290989								
33	1294369033	83	1290268449	133	1286733217	183	1261475233	233	1287003041	283	1278716705	333	1276332577	383	1276332577	433	1276237857	483	1276290989								
34	1301720225	84	1286313249	134	1286733217	184	1261475233	234	1287003041	284	1278716705	334	1276332577	384	1276332577	434	1276237857	484	1276290989								
35	1293317665	85	1289230497	135	1286733217	185	1261475233	235	1287003041	285	1278716705	335	1276332577	385	1276332577	435	1276237857	485	1276290989								
36	1297722913	86	1293966081	136	1287207457	186	1284286497	236	1287003041	286	1278716705	336	1276332577	386	1276332577	436	1276237857	486	1276290989								
37	1297291681	87	1293966081	137	1291834145	187	1286697505	237	1281092513	287	1278716705	337	1276332577	387	1276332577	437	1276237857	487	1276290989								
38	1288308769	88	1295580449	138	1293966081	188	1286697505	238	1281092513	288	1278716705	338	1276332577	388	1276332577	438	1276237857	488	1276290989								
39	128569377	89	1291403057	139	1290395041	189	1286697505	239	1281092513	289	1278716705	339	1276332577	389	1276332577	439	1276237857	489	1276290989								
40	1293575969	90	1291581345	140	129795105	190	1286697505	240	1281092513	290	1278716705	340	1276332577	390	1276332577	440	1276237857	490	1276290989								
41	1291660833	91	1289150369	141	1292428065	191	1286697505	241	1281092513	291	1278716705	341	1276332577	391	1276332577	441	1276237857	491	1276290989								
42	1289017377	92	1292108449	142	1297175083	192	1286697505	242	1281092513	292	1278716705	342	1276332577	392	1276332577	442	1276237857	492	1276290989								
43	1307027489	93	1289771809	143	1292515233	193	1286697505	243	1281092513	293	1278716705	343	1276332577	393	1276332577	443	1276237857	493	1276290989								
44	1296760993	94	1294597153	144	1281720353	194	1286697505	244	1281092513	294	1278716705	344	1276332577	394	1276332577	444	1276237857	494	1276290989								
45	1296334049	95	1291037217	145	1285524513	195	1286697505	245	1281092513	295	1278716705	345	1276332577	395	1276332577	445	1276237857	495	1276290989								
46	1293308449	96	1297632801	146	1285269505	196	1286697505	246	1281092513	296	1278716705	346	1276332577	396	1276332577	446	1276237857	496	1276290989								
47	129308449	97	1293250593	147	1295381633	197	1286697505	247	1281092513	297	1278716705	347	1276332577	397	1276332577	447	1276237857	497	1276290989								
48	1287448097	98	1280369025	148	1291306065	198	1286697505	248	1281092513	298	1278716705	348	1276332577	398	1276332577	448	1276237857	498	1276290989								
49	1287354913	99	1291024033	149	1293218209	199	1286697505	249	1281092513	299	1278716705	349	1276332577	399	1276332577	449	1276237857	499	1276290989								
50	1279983521	100	1282669729	150	1298079521	200	1286697505	250	1281249441	300	1276544673	350	1276639777	400	1276735905	450	1276074017	500	1276345889								

Tabel : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_4

Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result
1	130956062	51	1291852510	101	1289001822	151	1286916190	201	1284992734	251	1280672094	301	1279015646	351	1280824798	401	1278566494	451	1278432862
2	1319113694	52	1286621278	102	1290930782	152	1281257438	202	1291290078	252	1284062046	302	1284327646	352	1282878046	402	1279509470	452	1279335646
3	1300830878	53	1289672542	103	1281046750	153	1281255262	203	1285734622	253	1280631774	303	1282024414	353	1279225822	403	1278471134	453	1278432862
4	1300404890	54	1286650718	104	1292799866	154	1282196630	204	1281295710	254	1280631774	304	1279348598	354	1279463262	404	1279477726	454	1278471134
5	1295649758	55	1284071518	105	1292857182	155	1282268094	205	1282368094	255	1282426518	305	1280150622	355	1279424990	405	1281161950	455	1278592350
6	1297983198	56	1284854494	106	1294304734	156	1282920654	206	1281762014	256	1282921694	306	1281673182	356	1279284766	406	1279535966	456	1278478738
7	1294854494	57	1289020766	107	1289102046	157	1282450142	207	1290724702	257	1280259422	307	128023774	357	1278725982	407	1279509470	457	1278450398
8	1284669534	58	1284312414	108	1296193630	158	1286178526	208	129040158	258	1284443390	308	1282749446	358	1279914846	408	1280208478	458	1278284766
9	1287628510	59	1306300382	109	1283647070	159	1281560286	209	1281560286	259	1287663062	309	1284009438	359	1279402206	409	1280627990	459	1278316638
10	1300442974	60	1291779166	110	1289814750	160	1279811038	209	1281560286	259	1287663062	309	1284009438	359	1279402206	409	1280627990	459	1278316638
11	1298790622	61	1290959198	111	1284993758	161	1280727134	211	1285883614	261	1279381470	311	1280855902	361	1280462942	411	1278604766	461	1278450398
12	1295345246	62	1287748190	112	1284993758	162	1280727134	212	1285883614	262	1279381470	312	1280855902	362	1278912350	412	1278604766	462	1278450398
13	1306105182	63	1297148190	113	1284993758	163	1280727134	213	1285883614	263	1279381470	313	1280855902	363	1280411742	413	1278604766	463	1278187550
14	1289713886	64	1300979294	114	1284993758	164	1280727134	214	1285883614	264	1279381470	314	1280855902	364	1280411742	414	1278604766	464	1278187550
15	1293935582	65	1293310622	115	1284993758	165	1280727134	215	1285883614	265	1279381470	315	1280855902	365	1279611358	415	1278604766	465	1278187550
16	1292365790	66	1293697118	116	1284993758	166	1280727134	216	1285883614	266	1279381470	316	1280855902	366	1280072926	416	1279509470	466	1278323038
17	1300357342	67	1286879070	117	1284993758	167	1280727134	217	1285883614	267	1279381470	317	1280855902	367	1279131870	417	1279201886	467	1278284766
18	1294356958	68	1296885470	118	1284993758	168	1280727134	218	1285883614	268	1279381470	318	1280855902	368	1279131870	418	1280373470	468	1278908254
19	1298928350	69	1300357342	119	1284993758	169	1280727134	219	1285883614	269	1279381470	319	1280855902	369	1279022046	419	1278432862	469	1278432862
20	1289079518	70	1296885470	120	1284993758	170	1280727134	220	1285883614	270	1279381470	320	1280855902	370	1279131870	420	1278432862	470	1278432862
21	1288334854	71	1296885470	121	1284993758	171	1280727134	221	1285883614	271	1279381470	321	1280855902	371	1279131870	421	1278432862	471	1278432862
22	1284176734	72	129335774	122	1300192222	172	1280727134	222	1285883614	272	1279381470	322	1280855902	372	1279131870	422	1278432862	472	1278432862
23	1285161310	73	129335774	123	1280727134	173	1280727134	223	1285883614	273	1279381470	323	1280855902	373	1279131870	423	1278432862	473	1278432862
24	1293560158	74	1295431646	124	1289435614	174	1280727134	224	1285883614	274	1279381470	324	1280855902	374	1279131870	424	1278432862	474	1278432862
25	1292075614	75	1299421534	125	1286979806	175	1280727134	225	1285883614	275	1279381470	325	1280855902	375	1279131870	425	1278432862	475	1278432862
26	1283003358	76	1296852478	126	1281580510	176	1280727134	226	1285883614	276	1279381470	326	1280855902	376	1279131870	426	1278432862	476	1278432862
27	1285952478	77	1292623198	127	1282739806	177	1280727134	227	1285883614	277	1279381470	327	1280855902	377	1279131870	427	1278432862	477	1278432862
28	1291580894	78	1294599902	128	1285205598	178	1280727134	228	1285883614	278	1279381470	328	1280855902	378	1279131870	428	1278432862	478	1278432862
29	1296574558	79	1294483486	129	1285391838	179	1280727134	229	1285883614	279	1279381470	329	1280855902	379	1279131870	429	1278432862	479	1278432862
30	1293661110	80	1294771806	130	1291834718	180	1280727134	230	1285883614	280	1279381470	330	1280855902	380	1278284766	430	1278284766	480	1279073886
31	1299937758	81	1301217118	131	1262637406	181	1280727134	231	1285883614	281	1279381470	331	1280855902	381	1278284766	431	1278284766	481	1279073886
32	1287571878	82	129423774	132	1283315806	182	1280727134	232	1285883614	282	1279381470	332	1280855902	382	1278284766	432	1278284766	482	1279073886
33	1286083806	83	1293952222	133	1282523486	183	1280727134	233	1285883614	283	1279381470	333	1280855902	383	1278284766	433	1278284766	483	1279073886
34	1287140830	84	1294592606	134	1283699806	184	1280727134	234	1285883614	284	1279381470	334	1280855902	384	1278284766	434	1278284766	484	1279073886
35	1286229470	85	1287332958	135	1281818974	185	1280727134	235	1285883614	285	1279381470	335	1280855902	385	1278284766	435	1278284766	485	1279073886
36	1297626974	86	1287332958	136	1284532574	186	1280727134	236	1285883614	286	1279381470	336	1280855902	386	1278284766	436	1278284766	486	1279073886
37	1296531550	87	1288748894	137	1284532574	187	1280727134	237	1285883614	287	1279381470	337	1280855902	387	1278284766	437	1278284766	487	1279073886
38	1286773470	88	1289709534	138	1281399006	188	1280727134	238	1285883614	288	1279381470	338	1280855902	388	1278284766	438	1278284766	488	1279073886
39	1290681950	89	1291968862	139	1292816222	189	1280727134	239	1285883614	289	1279381470	339	1280855902	389	1278284766	439	1278284766	489	1279073886
40	129688414	90	1291968862	140	1294737758	190	1280727134	240	1285883614	290	1279381470	340	1280855902	390	1278284766	440	1278284766	490	1279073886
41	1291299166	91	1287168350	141	1287823198	191	1280727134	241	1285883614	291	1279381470	341	1280855902	391	1278284766	441	1278284766	491	1279073886
42	1298232798	92	1291543134	142	1290975710	192	1280727134	242	1285883614	292	1279381470	342	1280855902	392	1278284766	442	1278284766	492	1279073886
43	1287314014	93	1286017374	143	1289077654	193	1280727134	243	1285883614	293	1279381470	343	1280855902	393	1278284766	443	1278284766	493	1279073886
44	129635166	94	128847286	144	1289456734	194	1280727134	244	1285883614	294	1279381470	344	1280855902	394	1278284766	444	1278284766	494	1279073886
45	129040078	95	1294557278	145	1289558366	195	1280727134	245	1285883614	295	1279381470	345	1280855902	395	1278284766	445	1278284766	495	1279073886
46	1308207070	96	1294557278	146	1292541174	196	1280727134	246	1285883614	296	1279381470	346	1280855902	396	1278284766	446	1278284766	496	1279073886
47	1300259934	97	1288888030	147	1292173534	197	1280727134	247	1285883614	297	1279381470	347	1280855902	397	1278284766	447	1278284766	497	1279073886
48	1286010974	98	1292945246	148	1292173534	198	1280727134	248	1285883614	298	1279381470	348	1280855902	398	1278284766	448	1278284766	498	1279073886
49	1296630750	99	1286125918	149	1292173534	199	1280727134	249	1285883614	299	1279381470	349	1280855902	399	1278284766	449	1278284766	499	1279073886
50	1299678814	100	1299280990	150	1299408350	200	1280727134	250	1285883614	300	1279381470	350	1280855902	400	1278284766	450	1278284766	500	1279073886

..... PARAMETER
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851660.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

Table : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_5

**** PARAMETER ****
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851660.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

Iteration	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle
1	1300109708	51	1287336844	101	1290716428	151	1280913804	201	1283671180	251	1286052492	301	1283287308	351	1281513356	401	1280135308	451	1294219020	
2	1300818828	52	1286700812	102	1293916812	152	1283049612	202	1284193036	252	1281703584	302	1281303554	352	1281874080	402	1279666956	452	1284219020	
3	1289454220	53	1282223628	103	1290577164	153	1283869812	203	1283741452	253	1282225420	303	1292806924	353	1281840784	403	1279807884	453	1280165772	
4	1294607244	54	1294198796	104	1283592076	154	1300897548	204	1289332236	254	1284168204	304	1282591244	354	1279966556	404	1280211596	454	1280024972	
5	1307932940	55	128732108	105	1287237280	155	1290764612	205	1281317260	255	1281424012	305	1281955084	355	1281904076	405	1279070988	455	1280024972	
6	1317807244	56	1287488140	106	1286472480	156	1291076492	206	1282798348	256	1286498188	306	1282585516	356	1280300172	406	1279474700	456	1279795468	
7	1309734156	57	1291720480	107	1289655580	157	1283681400	207	1288505452	257	1287398796	307	1282162444	357	1280797964	407	1278930060	457	1280340108	
8	1285082380	58	1285605772	108	1285605772	158	1284146828	208	1284129232	258	1284079116	308	1282749964	358	1280726108	408	1279742092	458	1279936396	
9	1288263180	59	12933871500	109	1287483404	159	1285545100	209	1286155148	259	1284079116	309	1284835564	359	1280820748	409	1279742092	459	1279969676	
10	1287584140	60	1286401036	110	1288806156	160	1281780492	210	1282160012	260	1281251212	310	128351324	360	1281249852	410	1279742092	460	1279969676	
11	1293662220	61	1286912012	111	1285921420	161	1283578764	211	1285688368	261	1286558572	311	1285021324	361	1281249852	411	1279742092	461	1280035468	
12	1293109900	62	1287940364	112	128443404	162	1284519436	212	1286246078	262	1282765984	312	1288037132	362	1279778316	412	1280201100	462	1280035468	
13	1289086476	63	1290944908	113	128443404	163	1282176780	213	1288246078	263	1282601356	313	1285460492	363	1279070988	413	1280491532	463	1280035468	
14	1290971020	64	1290139404	114	128443404	164	1297585548	214	1287139212	264	1285037324	314	1283043468	364	1280165772	414	1280557324	464	1280640908	
15	1304249740	65	1293120396	115	1290560012	165	1295979532	215	1285349132	265	1281662476	315	1282343948	365	1279669676	415	1280035468	465	1280640908	
16	1290842476	66	1284819980	116	1283485836	166	1284132364	216	1283088732	266	1281026572	316	1282343948	366	1280035468	416	1280035468	466	1280640908	
17	1284046220	67	1292358540	117	1278930060	167	1287425956	217	1285318156	267	1279669676	317	1282049908	367	1280035468	417	1279070988	467	1280640908	
18	1289681676	68	12881843468	118	128717836	168	1283461516	218	128317420	268	1281962892	318	1283159980	368	1281779212	418	1279669676	468	1280491532	
19	12881676	69	1288158220	119	1286851468	169	1287593612	219	1284830504	269	1280137484	319	1283502094	369	128076288	419	1279669676	469	1280640908	
20	1281603396	70	1288405004	120	1286123916	170	1294951564	220	1282610028	270	1283312652	320	1283869068	370	1280696076	420	1279669676	470	128010604	
21	129476044	71	1287008908	121	1289017740	171	1296473100	221	1282610028	271	1283188364	321	128317740	371	1280165772	421	1279669676	471	128010604	
22	1294602508	72	1287008908	122	1298149644	172	1284817164	222	1282381324	272	1280135308	322	1281263828	372	1281513356	422	1280449420	472	1280655244	
23	1286621068	73	1286651148	123	1297255820	173	1281844492	223	12828253004	273	1280874380	323	1281263828	373	1282775892	423	1281387276	473	1280655244	
24	1292730764	74	1285694660	124	1290171020	174	12862838680	224	1283730316	274	1280201100	324	1279615628	374	1282775892	424	1279615628	474	1280698124	
25	1281217292	75	1289901948	125	1282601740	175	1286493324	225	1282525708	275	1284600588	325	1285265876	375	1283090828	425	1279615628	475	128010604	
26	1287997196	76	1292767340	126	1282460428	176	1281840780	226	1282525708	276	1284908940	326	1283901324	376	1282235000	426	1279615628	476	128010604	
27	1294325388	77	128740364	127	1283101452	177	1283101452	227	1283006988	277	1283105292	327	1282955020	377	1280580108	427	1278930060	477	1280165772	
28	1291401612	78	128740364	128	1281158924	178	128158924	228	1283006988	278	1283037452	328	1282955020	378	128138956	428	1278930060	478	1280165772	
29	1289801740	79	1294839692	129	1284227468	179	1282838796	229	1281604876	279	1283037452	329	1281485068	379	12847893060	429	1278930060	479	1280502796	
30	1280895772	80	1297053324	130	129367500	180	128478316	230	1286990052	280	1282977292	330	1281155468	380	128266262	430	1278930060	480	1280502796	
31	1290192396	81	1290378764	131	1296970028	181	1284808716	231	1289497868	281	1289963212	331	1281598348	381	12838965088	431	1278930060	481	128188364	
32	1283716492	82	1286125708	132	1283703692	182	1283762316	232	1284438412	282	1283128558	332	1281598348	382	12838965088	432	1278930060	482	1280655244	
33	1283184012	83	1283425036	133	1284583564	183	128050108	233	1285787532	283	1282096140	333	1281598348	383	12838965088	433	1279742092	483	1280317324	
34	1281964300	84	1282957196	134	1284583564	184	1281457932	234	1285787532	284	1282096140	334	1281598348	384	12838965088	434	1279742092	484	1280317324	
35	1284070796	85	1283360396	135	1293787404	185	1283952268	235	128035852	285	1281375372	335	1282223628	385	1280844812	435	1280277644	485	1281264652	
36	1286236556	86	1289845900	136	1293787404	186	1283952268	236	128035852	286	1281375372	336	1282223628	386	1280844812	436	1280277644	486	1281264652	
37	1286461196	87	1289845900	137	1297544204	187	1283952268	237	128035852	287	1281375372	337	1282223628	387	1280844812	437	1280277644	487	1280546828	
38	1297052044	88	1300836108	138	1297544204	188	1283952268	238	128035852	288	1281375372	338	1282223628	388	1280844812	438	1280277644	488	1280546828	
39	1285056780	89	1294811660	139	1298668556	189	1283952268	239	128035852	289	1281375372	339	1282223628	389	1280844812	439	1280277644	489	1280546828	
40	1293335500	90	128472884	140	1299730956	190	1283952268	240	128035852	290	1281375372	340	1282223628	390	1280844812	440	1280277644	490	1280546828	
41	1293413260	91	1294054156	141	1282223756	191	1283952268	241	128035852	291	1281375372	341	1282223628	391	1280844812	441	1280277644	491	1280546828	
42	1294243724	92	1292243596	142	1287633676	192	1283952268	242	128035852	292	1281375372	342	1282223628	392	1280844812	442	1280277644	492	1280546828	
43	1289025292	93	1296875020	143	1287633676	193	1283952268	243	128035852	293	1281375372	343	1282223628	393	1280844812	443	1280277644	493	1280546828	
44	129331332	94	1297682060	144	1292822796	194	1283952268	244	128035852	294	1281375372	344	1282223628	394	1280844812	444	1280277644	494	1280546828	
45	1293713804	95	1297682060	145	1290437900	195	1283952268	245	128035852	295	1281375372	345	1282223628	395	1280844812	445	1280277644	495	1280546828	
46	1290009484	96	128978060	146	1284318092	196	1283952268	246	128035852	296	1281375372	346	1282223628	396	1280844812	446	1280277644	496	1280546828	
47	1291039884	97	128978060	147	1284207756	197	1283952268	247	128035852	297	1281375372	347	1282223628	397	1280844812	447	1280277644	497	1280546828	
48	1294457484	98	1302642828	148	1283598220	198	1283952268	248	128035852	298	1281375372	348	1282223628	398	1280844812	448	1280277644	498	1280546828	
49	1297369868	99	1302317708	149	1284153996	199	1283952268	249	128035852	299	1281375372	349	1282223628	399	1280844812	449	1280277644	499	1280546828	
50	1287487756	100	1299270988	150	1287005708	200	1283386508	250	1286197260	300	1281002892	350	1281383052	400	128129556	450	1280830476	500	1280165772	

Table : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM_5

Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result	Cycle	Result
1	1292086013	51	1306126333	101	1291999229	201	1300680445	301	1282110205	351	128215869	401	1284423037	451	1282110205		
2	1307829885	52	1303414141	102	1294485373	202	1302255357	302	1285179045	352	1285979645	402	1284423037	452	1282110205		
3	1297478269	53	1308646013	103	1291178749	203	1289190013	303	1283118569	353	1284593149	403	1284423037	453	1282060413		
4	1315070845	54	1306218877	104	1283601789	204	1297641597	304	1281831165	354	1283531389	404	1284789629	454	1282110205		
5	1311865341	55	1295548157	105	1289360253	205	1294630613	305	1282825725	355	1281831165	405	1284510589	455	1282110205		
6	1328408829	56	1328408829	106	1286550543	206	128351389	306	1282496893	356	1282517501	406	1281831165	456	1282110205		
7	1306374269	57	1300972925	107	1301148285	207	1290165757	307	1285945085	357	1282796541	407	1282796541	457	1283860221		
8	1306559669	58	1282815869	108	1297778557	208	1288236797	308	1281781373	358	1282796541	408	1282796541	458	1282825725		
9	1316330557	59	1304479485	109	1292578941	209	1286976669	309	128686237	359	1282796541	409	1282517501	459	1281781373		
10	1329768317	60	1308473213	110	1289727101	210	1286964349	310	1282060113	360	1281831165	410	1284363901	460	1281781373		
11	1318405373	61	1297641469	111	1286436733	211	1287419229	311	1282866561	361	1281831165	411	1284363901	461	1282496893		
12	1318788661	62	1290254669	112	1291543677	212	1291543677	312	1282517501	362	128434717	412	1283598589	462	1282496893		
13	1313532157	63	1290025469	113	1292860797	213	1285908797	313	1282517501	363	1284036349	413	1283598589	463	1282496893		
14	1293523069	64	1299288957	114	1292860797	214	1285908797	314	1285524733	364	1284036349	414	1283598589	464	1282060413		
15	1297422205	65	1296422141	115	1286508413	215	1286804861	315	1285524733	365	1282524493	415	1286522493	465	1282524493		
16	1297541757	66	1296422141	116	1283648381	216	128524477	316	1283774461	366	1282524493	416	1286522493	466	1282524493		
17	1294557565	67	1293033725	117	1282247165	217	128524477	317	1283774461	367	1282524493	417	1286522493	467	1281831165		
18	1320669661	68	1297641469	118	1288838397	218	128574333	318	1283774461	368	1282524493	418	1286522493	468	1281831165		
19	1317878397	69	1297641469	119	1287600317	219	128574333	319	1283774461	369	1282524493	419	1286522493	469	1283144701		
20	1300198397	70	12902276477	120	1289202173	220	128574333	320	1283774461	370	1283144701	420	1283144701	470	1283144701		
21	1301820413	71	1280492413	121	1289170685	221	128574333	321	1283774461	371	1283144701	421	1283144701	471	1283144701		
22	1311096829	72	12833749245	122	1289170685	222	128574333	322	1283774461	372	1283144701	422	1283144701	472	1283144701		
23	1300453373	73	1303559421	123	1289060605	223	128574333	323	1283774461	373	1283144701	423	1283144701	473	1283144701		
24	1301262945	74	1302504061	124	1289060605	224	128574333	324	1283774461	374	1283144701	424	1283144701	474	1283144701		
25	1297745277	75	1308040733	125	1289060605	225	128574333	325	1283774461	375	1283144701	425	1283144701	475	1283144701		
26	1310528125	76	1308040733	126	1289060605	226	128574333	326	1283774461	376	1283144701	426	1283144701	476	1283144701		
27	1285689173	77	1291214845	127	1296804093	227	128943293	327	1283774461	377	1283144701	427	1283144701	477	1283144701		
28	1302013053	78	1303202173	128	1285050237	228	128943293	328	1283774461	378	1283144701	428	1283144701	478	1283144701		
29	1289081213	79	1297347453	129	1285050237	229	128943293	329	1283774461	379	1283144701	429	1283144701	479	1283144701		
30	1320211709	80	1310403709	130	1304419739	230	1285050237	330	1283774461	380	1283144701	430	1283144701	480	1283144701		
31	1336009469	81	1287574525	131	1294097661	231	1303991165	331	1283774461	381	1283144701	431	1283144701	481	1283144701		
32	1323198077	82	1292716285	132	1294097661	232	1294436645	332	1283774461	382	1283144701	432	1283144701	482	1283144701		
33	1336280701	83	1296016381	133	1294436645	233	1285620925	333	1283774461	383	1283144701	433	1283144701	483	1283144701		
34	1326837245	84	1294482173	134	1302822781	234	1285620925	334	1283774461	384	1283144701	434	1283144701	484	1283144701		
35	1303314813	85	1306100605	135	1302822781	235	1285620925	335	1283774461	385	1283144701	435	1283144701	485	1283144701		
36	1312742269	86	1285419517	136	1304327421	236	1285620925	336	1283774461	386	1283144701	436	1283144701	486	1283144701		
37	1301402877	87	1284460797	137	1285050237	237	1285620925	337	1283774461	387	1283144701	437	1283144701	487	1283144701		
38	1305030397	88	1297664765	138	1285050237	238	1285620925	338	1283774461	388	1283144701	438	1283144701	488	1283144701		
39	1302491005	89	1309864061	139	1285050237	239	1285620925	339	1283774461	389	1283144701	439	1283144701	489	1283144701		
40	1297714557	90	1294613885	140	1285050237	240	1285620925	340	1283774461	390	1283144701	440	1283144701	490	1283144701		
41	1300995561	91	128659709	141	1285050237	241	1285620925	341	1283774461	391	1283144701	441	1283144701	491	1283144701		
42	1314510973	92	1291126317	142	1285050237	242	1285620925	342	1283774461	392	1283144701	442	1283144701	492	1283144701		
43	1316378109	93	1297399037	143	1285050237	243	1285620925	343	1283774461	393	1283144701	443	1283144701	493	1283144701		
44	1315194109	94	129219837	144	1285050237	244	1285620925	344	1283774461	394	1283144701	444	1283144701	494	1283144701		
45	1311609897	95	1302271485	145	1285050237	245	1285620925	345	1283774461	395	1283144701	445	1283144701	495	1283144701		
46	1316438525	96	1293980157	146	1285050237	246	1285620925	346	1283774461	396	1283144701	446	1283144701	496	1283144701		
47	1301989885	97	1294667005	147	1285050237	247	1285620925	347	1283774461	397	1283144701	447	1283144701	497	1283144701		
48	1299284733	98	1295467057	148	1285050237	248	1285620925	348	1283774461	398	1283144701	448	1283144701	498	1283144701		
49	1299966973	99	1296015933	149	1285050237	249	1285620925	349	1283774461	399	1283144701	449	1283144701	499	1283144701		
50	1298463613	100	1301980413	150	1288785021	250	1293724619	350	1283774461	400	1283144701	450	1282865661	500	1287782525		

***** PARAMETER *****
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851660.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

..... PARAMETER
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851660.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

Tabel : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Biaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data CPM .8

CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT
1	1272083352	51	1271834008	101	1270836504	151	1269164312	201	1269413656	251	1270128280	301	1269164312	351	1269164312	401	1269413656	451	1269164312	451	1269164312	451	1269164312	451	1269164312	451	1269164312
2	127119384	52	1270836504	102	1271570968	152	1269164312	202	1269872536	252	1269164312	302	1269164312	352	1269164312	402	1269413656	452	1269164312	452	1269164312	452	1269164312	452	1269164312	452	1269164312
3	1270836504	53	1270377624	103	1270128280	153	1269164312	203	1269164312	253	1269164312	303	1269164312	353	1269164312	403	1269164312	453	1269164312	453	1269164312	453	1269164312	453	1269164312	453	1269164312
4	1269872536	54	1269164312	104	1269164312	154	1270128280	204	1269164312	254	1269164312	304	1269164312	354	1269164312	404	1269164312	454	1269164312	454	1269164312	454	1269164312	454	1269164312	454	1269164312
5	1270377624	55	1269623192	105	1270377624	155	1269623192	205	1269164312	255	1269164312	305	1269164312	355	1269164312	405	1269164312	455	1269164312	455	1269164312	455	1269164312	455	1269164312	455	1269164312
6	1270870040	56	1270587160	106	1269164312	156	1269164312	206	1269872536	256	1270128280	306	1269164312	356	1269164312	406	1269164312	456	1269164312	456	1269164312	456	1269164312	456	1269164312	456	1269164312
7	1270836504	57	1269164312	107	1269164312	157	1269164312	207	1269164312	257	1269164312	307	1269164312	357	1269164312	407	1269164312	457	1269164312	457	1269164312	457	1269164312	457	1269164312	457	1269164312
8	1269623192	58	1269623192	108	1269164312	158	1269164312	208	1269164312	258	1270377624	308	1269164312	358	1269164312	408	1269164312	458	1269164312	458	1269164312	458	1269164312	458	1269164312	458	1269164312
9	1269164312	59	1269164312	109	1269164312	159	1269623192	209	1269413656	259	1270128280	309	1269164312	359	1269164312	409	1269164312	459	1269164312	459	1269164312	459	1269164312	459	1269164312	459	1269164312
10	1270377624	60	1270377624	110	1269623192	160	1269164312	210	1269413656	260	1269413656	310	1269164312	360	1269164312	410	1269164312	460	1269164312	460	1269164312	460	1269164312	460	1269164312	460	1269164312
11	1272542232	61	1271570968	111	1269164312	161	1269164312	211	1269413656	261	1269164312	311	1269164312	361	1269164312	411	1269164312	461	1269164312	461	1269164312	461	1269164312	461	1269164312	461	1269164312
12	1269413656	62	1269413656	112	1269413656	162	1269164312	212	1269164312	262	1269164312	312	1270377624	362	1269164312	412	1269164312	462	1269164312	462	1269164312	462	1269164312	462	1269164312	462	1269164312
13	1270587160	63	1270377624	113	1271570968	163	1269623192	213	1269164312	263	1269164312	313	1270128280	363	1269164312	413	1269164312	463	1269164312	463	1269164312	463	1269164312	463	1269164312	463	1269164312
14	1269164312	64	1269872536	114	1269623192	164	1269623192	214	1269164312	264	1269164312	314	1270128280	364	1269164312	414	1269164312	464	1269164312	464	1269164312	464	1269164312	464	1269164312	464	1269164312
15	1269164312	65	1269623192	115	1269623192	165	1269164312	215	1269413656	265	1269413656	315	1269164312	365	1269164312	415	1269164312	465	1269164312	465	1269164312	465	1269164312	465	1269164312	465	1269164312
16	1269623192	66	1269164312	116	1269623192	166	1269164312	216	1269623192	266	1269164312	316	1269164312	366	1269164312	416	1269164312	466	1269164312	466	1269164312	466	1269164312	466	1269164312	466	1269164312
17	1269872536	67	1269164312	117	1269872536	167	1269413656	217	1270587160	267	1269164312	317	1269164312	367	1269164312	417	1269164312	467	1269164312	467	1269164312	467	1269164312	467	1269164312	467	1269164312
18	1270128280	68	1269164312	118	1269872536	168	1269164312	218	1269164312	268	1269164312	318	1269164312	368	1269164312	418	1269164312	468	1269164312	468	1269164312	468	1269164312	468	1269164312	468	1269164312
19	1270836504	69	1269872536	119	1272083352	169	1269164312	219	1269623192	269	1269872536	319	1269623192	369	1269164312	419	1269164312	469	1269164312	469	1269164312	469	1269164312	469	1269164312	469	1269164312
20	1270587160	70	1270587160	120	1269164312	170	1269164312	220	1269872536	270	1269623192	320	1269164312	370	1269164312	420	1269164312	470	1269164312	470	1269164312	470	1269164312	470	1269164312	470	1269164312
21	1269872536	71	1270128280	121	1269164312	171	1269164312	221	1269413656	271	1269164312	321	1269164312	371	1269164312	421	1269164312	471	1269164312	471	1269164312	471	1269164312	471	1269164312	471	1269164312
22	1269413656	72	1270377624	122	1269164312	172	1269164312	222	1269413656	272	1269413656	322	1269164312	372	1269164312	422	1269164312	472	1269164312	472	1269164312	472	1269164312	472	1269164312	472	1269164312
23	1269623192	73	1272542232	123	1269413656	173	1269164312	223	1269413656	273	1269164312	323	1269164312	373	1269164312	423	1269164312	473	1269164312	473	1269164312	473	1269164312	473	1269164312	473	1269164312
24	1269164312	74	1269164312	124	1269164312	174	1269164312	224	1269623192	274	1269164312	324	1269164312	374	1269164312	424	1269164312	474	1269164312	474	1269164312	474	1269164312	474	1269164312	474	1269164312
25	1269164312	75	1270377624	125	1269164312	175	1269164312	225	1269164312	275	1269164312	325	1269164312	375	1269164312	425	1269164312	475	1269164312	475	1269164312	475	1269164312	475	1269164312	475	1269164312
26	1272029848	76	1269623192	126	1269164312	176	1269623192	226	1269164312	276	1269164312	326	1269164312	376	1269164312	426	1269164312	476	1269164312	476	1269164312	476	1269164312	476	1269164312	476	1269164312
27	1269164312	77	1270836504	127	1269413656	177	1269164312	227	1269413656	277	1269413656	327	1269164312	377	1269164312	427	1269164312	477	1269164312	477	1269164312	477	1269164312	477	1269164312	477	1269164312
28	1270128280	78	1269413656	128	1269623192	178	1269623192	228	1269164312	278	1269164312	328	1269164312	378	1269164312	428	1269164312	478	1269164312	478	1269164312	478	1269164312	478	1269164312	478	1269164312
29	1272993816	79	1269623192	129	1269623192	179	1269164312	229	1269164312	279	1269164312	329	1269872536	379	1269164312	429	1269164312	479	1269164312	479	1269164312	479	1269164312	479	1269164312	479	1269164312
30	127274472	80	1269872536	130	1269623192	180	1270128280	230	1269164312	280	1269164312	330	1269872536	380	1269164312	430	1269164312	480	1269164312	480	1269164312	480	1269164312	480	1269164312	480	1269164312
31	1269413656	81	1269413656	131	1270836504	181	1269872536	231	1269164312	281	1269623192	331	1269164312	381	1269164312	431	1269164312	481	1269164312	481	1269164312	481	1269164312	481	1269164312	481	1269164312
32	1269872536	82	1271570968	132	1269623192	182	1269623192	232	1269164312	282	1269164312	332	1269623192	382	1269164312	432	1269164312	482	1269164312	482	1269164312	482	1269164312	482	1269164312	482	1269164312
33	1270128280	83	1271570968	133	1269164312	183	1269623192	233	1269164312	283	1269164312	333	1269164312	383	1269164312	433	1269164312	483	1269164312	483	1269164312	483	1269164312	483	1269164312	483	1269164312
34	1269413656	84	1269872536	134	1269623192	184	1269623192	234	1269164312	284	1269164312	334	1269164312	384	1269164312	434	1269164312	484	1269164312	484	1269164312	484	1269164312	484	1269164312	484	1269164312
35	1269164312	85	1270587160	135	1272029848	185	1269164312	235	1269164312	285	1269164312	335	1269623192	385	1269164312	435	1269164312	485	1269164312	485	1269164312	485	1269164312	485	1269164312	485	1269164312
36	1269413656	86	1270128280	136	1269623192	186	1269623192	236	1269164312	286	1269164312	336	1269164312	386	1269164312	436	1269164312	486	1269164312	486	1269164312	486	1269164312	486	1269164312	486	1269164312
37	1269872536	87	1271570968	137	1270587160	187	1269413656	237	1269413656	287	1269164312	337	1269164312	387	1269164312	437	1269164312	487	1269164312	487	1269164312						

Tabel : Hubungan Iterasi ("Cycle") Vs Riaya Proyek Hasil Eksekusi Ke-1 Berkas Data C-P-W_y

.... PARAMETER
 Project Duration = 103.00
 Preliminary cost = 1275851680.00
 Expected Project Duration = 90.00
 First Acceptance Probability = 0.500000
 Final Acceptance Probability = 0.000001
 Number of Iteration = 500

CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT	CYCLE	RESULT
1	1273477893	51	1271564421	101	1269751557	151	1269975173	201	1269515781	251	1269864197	301	1269614833	351	1269164293	401	1269048709	451	1269057029		
2	1271322373	52	1269614853	102	1269413637	152	1269598725	202	1270130053	252	1269164293	302	1269164293	352	1269164293	402	1269048709	452	1269057029		
3	1271112837	53	1270828165	103	1269865988	153	1269865988	203	1269341061	253	1269349381	303	1269164293	353	1269164293	403	1269048709	453	1269057029		
4	1271211517	54	1269407109	104	1269975173	154	1269507029	204	1269415429	254	1269313029	304	1269164293	354	1269164293	404	1269048709	454	1269057029		
5	1270479749	55	1269590405	105	1269507029	155	1269300997	205	1269507589	255	1269523273	305	1269570593	355	1269164293	405	1269048709	455	1269057029		
6	1269665989	56	1269507589	106	1269734021	156	1269616645	206	1269349381	256	1269415429	306	1269164293	356	1269164293	406	1269048709	456	1269057029		
7	1269561011	57	1270120069	107	1270588805	157	1269507029	207	1269048709	257	1269157765	307	1269164293	357	1269164293	407	1269048709	457	1269057029		
8	1269507589	58	1270020997	108	1270588805	158	1269624837	208	1269341061	258	1269157765	308	1269164293	358	1269164293	408	1269048709	458	1269057029		
9	1269292677	59	1270012677	109	1269321349	159	1269157765	209	1269507029	259	1269407109	309	1269048709	359	1269313029	409	1269057029	459	1269057029		
10	1270184581	60	1269542021	110	127020997	160	1269799941	210	1269164293	260	1269048709	310	1269048709	360	1269313029	410	1269057029	460	1269057029		
11	1269415429	61	1269542021	111	1271206021	161	1272866301	211	1269157765	261	1269048709	311	1269048709	361	1269313029	411	1269057029	461	1269057029		
12	1271917061	62	1270057477	112	1272085125	162	1272085125	212	1269590405	262	1269048709	312	1269048709	362	1269313029	412	1269057029	462	1269057029		
13	1271917061	63	1270057477	113	1271315077	163	1270715525	213	1269321349	263	1269349381	313	1269515781	363	1269048709	413	1269057029	463	1269057029		
14	1271714821	64	1274848261	114	1271917061	164	1269503041	214	1269048709	264	1269349381	314	1269048709	364	1269048709	414	1269057029	464	1269057029		
15	1270754437	65	1272872837	115	1269751557	165	1269503041	215	1269405445	265	1269349381	315	1269048709	365	1269048709	415	1269057029	465	1269057029		
16	1272211717	66	1271957253	116	1269507589	166	1269321349	216	1269624837	266	1269157765	316	1269048709	366	1269048709	416	1269057029	466	1269057029		
17	1273884293	67	1271458309	117	1269756933	167	1269321349	217	1269349381	267	1269048709	317	1269048709	367	1269048709	417	1269057029	467	1269057029		
18	1274848261	68	1269765125	118	1269756933	168	1269515781	218	1269349381	268	1269349381	318	1269048709	368	1269048709	418	1269057029	468	1269057029		
19	1269623173	69	1269306373	119	1269624837	169	1269515781	219	1269598725	269	1269598725	319	1269164293	369	1269292677	419	1269407109	469	1269048709		
20	1271782149	70	1269765125	120	1270020997	170	1270012677	220	1269756933	270	1269590341	320	1269164293	370	1269300997	420	1269048709	470	1269057029		
21	1269570693	71	1269405445	121	1269157765	171	1269154293	221	1269550341	271	1269413637	321	1269154293	371	1269157765	421	1269156101	471	1269048709		
22	1270683493	72	1269166085	122	1271221509	172	1269413637	222	1269349381	272	1269154293	322	1269164293	372	1269164293	422	1269048709	472	1269048709		
23	1269964197	73	1269166085	123	1270998405	173	1269349381	223	1269154293	273	1269154293	323	1269623173	373	1269048709	423	1269048709	473	1269048709		
24	1269292677	74	1269734021	124	1269300997	174	1269048709	224	1269503041	274	1269503041	324	1269156101	374	1269048709	424	1269048709	474	1269048709		
25	1269292677	75	1269292677	125	1270021253	175	1269063073	225	1269292677	275	1269156101	325	1269057029	375	1269048709	425	1269048709	475	1269292677		
26	1271478661	76	1269349381	126	1270021253	176	1269292677	226	1269756933	276	1269341061	326	1269048709	376	1269048709	426	1269048709	476	1269300997		
27	1271478661	77	1269503041	127	1269048709	177	1269057029	227	1269799941	277	1269349381	327	1269048709	377	1269048709	427	1269057029	477	1269341061		
28	1271478661	78	1269503041	128	1269057029	178	1269156101	228	1269057029	278	1269048709	328	1269048709	378	1269048709	428	1269057029	478	1269157765		
29	1269157765	79	1269349381	129	1269057029	179	1269164293	229	1269507589	279	1269313029	329	1269048709	379	1269057029	429	1269048709	479	1269057029		
30	1271780485	80	1269874181	130	1269057029	180	1269292677	230	1269166085	280	1269415429	330	1269048709	380	1269048709	430	1269048709	480	1269057029		
31	1271012101	81	1269725829	131	1269157765	181	1269413637	231	1270000901	281	1269542021	331	1269048709	381	1269057029	431	1269057029	481	1269057029		
32	1269292677	82	1270284965	132	1270729093	182	1269751557	232	1269624837	282	1269292677	332	1269048709	382	1269057029	432	1269057029	482	1269057029		
33	1269306373	83	1269507589	133	1270029445	183	1270029445	233	1269598725	283	1269624837	333	1269048709	383	1269048709	433	1269057029	483	1269057029		
34	1269515781	84	1269507589	134	1269771909	184	1269292677	234	1269598725	284	1269321349	334	1269048709	384	1269048709	434	1269057029	484	1269057029		
35	1272185477	85	1271213137	135	1269515781	185	1269292677	235	1269598725	285	1269057029	335	1269048709	385	1269048709	435	1269057029	485	1269057029		
36	1269157765	86	1269048709	136	1269614853	186	126908133	236	1269542021	286	1269048709	336	1269048709	386	1269048709	436	1269057029	486	1269057029		
37	1269057029	87	1269048709	137	1269507589	187	1269507029	237	1269507029	287	1269349381	337	1269048709	387	1269048709	437	1269057029	487	1269057029		
38	1269590405	88	1272395525	138	1269799941	188	1269048709	238	1269063073	288	1269349381	338	1269048709	388	1269048709	438	1269057029	488	1269057029		
39	1269048709	89	1269413637	139	1269166085	189	1269413637	239	1269063073	289	1269157765	339	1269048709	389	1269048709	439	1269057029	489	1269057029		
40	1270744069	90	1271937413	140	1269759749	190	1269963073	240	1269341061	290	1269341061	340	1269048709	390	1269048709	440	1269057029	490	1269057029		
41	1270587141	91	1269157765	141	1269057029	191	1269963073	241	1269349381	291	1269157765	341	1269048709	391	1269048709	441	1269057029	491	1269057029		
42	1270192901	92	1269566373	142	1269292677	192	1269765125	242	1269292677	292	1269349381	342	1269048709	392	1269048709	442	1269057029	492	1269057029		
43	1269590405	93	1269157765	143	1269292677	193	1269765125	243	1269292677	293	1269598725	343	1269048709	393	1269048709	443	1269057029	493	1269057029		
44	1270305029	94	1269164293	144	1269063073	194	1269756933	244	1269503041	294	1269156101	344	1269048709	394	1269048709	444	1269057029	494	1269057029		
45	1270000901	95	1269166085	145	1270505989	195	1269756933	245	1269164293	295	1269048709	345	1269048709	395	1269048709	445	1269057029	495	1269057029		
46	1269623173	96	1269166085	146	127013253	196	1269756933	246	1269048709	296	1269048709	346	1269048709	396	1269048709	446	1269057029	496	1269057029		
47	1269341061	97	1270029445	147	1270305029	197	1269156101	247	1269048709	297	1269048709	347	1269048709	397	1269048709	447	1269057029	497	1269057029		
48	1270029445	98	1269292677	148	1270305029	198	1269048709	248	1269048709	298	1269048709	348	1269048709	398	1269048709	448	1269057029	498	1269057029		
49	1269507589	99	1269166085	149	1270442245	199	1269048709	249	1269048709	299	1269048709	349	1269048709	399	1269048709	449	1269057029	499	1269057029		
50	1271119365	100	1269771909	150	1269975173	200	1269157765	250	1269550341	300	1269405445	350	1269048709	400	1269048709	450	1269048709	500	1269415429		