

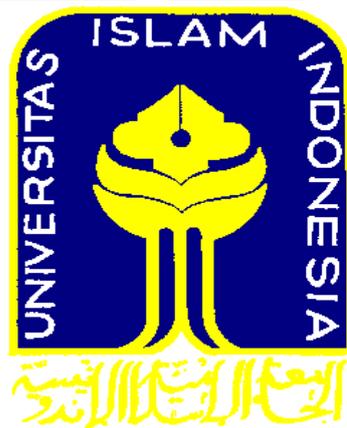
TUGAS AKHIR

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PROYEK DENGAN PENAMBAHAN JAM LEMBUR DAN *SHIFT* KERJA

**(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri
Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah)**

ANALYSIS OF CRASHING WITH ADDITION OF WORK OVERTIME AND SHIFT METHOD

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**GIANTO DWI PUTRA
15511265**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PROYEK DENGAN PENAMBAHAN JAM LEMBUR DAN *SHIFT* KERJA

**(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri
Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah)**

Disusun oleh

**GIANTO DWI PUTRA
15511265**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal :

Oleh Dewan Penguji :

Pembimbing I

Penguji I

Penguji II

Mengesahkan

Ketua prodi studi teknik sipil

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Assalamualaikum Wr. Wb.

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil dari karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir saya ini bukan hasil dari karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

Yogyakarta, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,

Gianto Dwi Putra

15511265

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I,
2. selaku Dosen Penguji I,
3.selaku Dosen Penguji II, dan
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Juni 2022

Penulis,

Gianto Dwi Putra

15511265

DEDIKASI

Assalamualaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah dengan ini saya telah menyelesaikan penelitiannya, maka dari itu saya mau mendedikasikan hasil penelitian ini kepada orang-orang yang sangat berpengaruh terhadap saya (selaku penulis) pada saat masa pengerjaan penelitian ini. Orang-orang hebat tersebut ialah sebagai berikut:

1. Bapak Reno Ginto dan Ibu Fitria selaku kepala keluarga dan pendamping kepala keluarga, sekaligus orang tua hebat yang selalu menanyakan kapan selesai tugas akhirnya, sehingga saya selalu semangat untuk mengerjakan tugas akhir. Untuk bapak dan ibu terima kasih juga atas doa dan dukungannya selama ini.
2. Edo Firnanto Putra, selaku kakak saya yang selalu memotivasi saya untuk cepat lulus dan semangat mengerjakan tugas akhir.
3. Bapak Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D. selaku orang yang selalu membimbing dan mendukung untuk cepat menyelesaikan studi. Terima kasih karena sudah memberi dukungan moril kepada saya selama masa penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman Angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu, kalian semua terbaik. Itu saja kata yang sangat pas untuk kalian.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DEDIKASI.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya	4
2.3 Perbedaan Penelitian	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Umum	11

3.2 Manajemen Proyek.....	11
3.3 Penjadwalan Proyek (<i>Time Schedule</i>).....	14
3.4 Rencana Anggaran Biaya	16
3.4.1 Komponen Biaya Proyek	17
3.5 Produktivitas Tenaga Kerja	19
3.5.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja	19
3.6 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (<i>Crashing</i>).....	20
3.6.1 Percepatan Dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)	21
3.6.2 Percepatan Dengan Alternatif Sistem <i>Shift</i> Kerja	22
3.7 Metode Penjadwalan Proyek	22
3.7.1 Metode Bagan Balok Atau <i>Barchart</i>	23
3.7.2 Metode Kurva S Atau <i>S Curve</i>	23
3.7.3 <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM)	24
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	30
4.1 Pendahuluan	30
4.2 Objek dan Subjek Penelitian	30
4.3 Tahapan Pengumpulan Data.....	31
4.4 Analisis Data	31
4.5 Tahapan Penelitian	32
4.6 Diagram Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>)	33
BAB V ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN	35
5.1 Data Umum Proyek.....	35
5.2 Penentuan Jalur Kritis	37
5.3 Perhitungan Biaya Normal (<i>Normal Cost</i>).....	44
5.3.1 Menentukan Nilai Koefisien Bahan Dan Nilai Koefisien Upah.....	45
5.3.2 Biaya Normal <i>Cost</i> Bahan dan Upah.....	51
5.4 Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja.....	54
5.4.1 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pasangan Batu	54
5.4.2 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Perkerasan Beton	

Semen Untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih Dari 3 Hari Dan Kurang Dari 7 Hari	56
5.4.3 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC – WC)	58
5.5 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja (<i>Resource</i>)	60
5.5.1 Menentukan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari	60
5.5.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari	62
5.5.3 Menghitung Upah Per Hari Tenaga Kerja Pekerjaan Normal	64
5.6 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek.....	66
5.6.1 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja	66
5.6.2 Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem <i>Shift</i> Kerja . . .	79
5.7 Analisis Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung	87
5.7.1 Pada Kondisi Normal	87
5.7.2 Pada Kondisi Dipercepat (<i>Crashing</i>)	89
5.8 Pembahasan	91
5.8.1 Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek.....	91
5.8.2 Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek	92
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
6.1 Kesimpulan.....	94
6.2 Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	99
Surat Perjanjian (Kontrak harga Satuan).....	100
Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan	107
Gambar Pelaksanaan Pekerjaan	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 5.1 Rencana Anggaran Biaya Proyek.....	36
Tabel 5.2 Daftar Upah Pekerja Pada Proyek.....	37
Tabel 5.3 Pekerjaan Yang Berada Pada Jalur Kritis	39
Tabel 5.4 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari	62
Tabel 5.5 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja.....	64
Tabel 5.6 Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari Normal	65
Tabel 5.7 Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur	66
Tabel 5.8 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Lembur	69
Tabel 5.9 Rekapitulasi Durasi Setelah Ditambah empat Jam Kerja.....	71
Tabel 5.10 Rekapitulasi Upah Total Tenaga Kerja Ditambah empat jam Kerja...	78
Tabel 5.11 Rekapituasi Total Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem <i>Shift</i>	86
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Alternatif 1</i> , Lambang Kegiatan	24
Gambar 3.2 <i>Alternatif 2</i> , Lambang Kegiatan	25
Gambar 3.3 Kegiatan Fiktif.....	25
Gambar 3.4 Kegiatan FF (<i>Constrain</i>)	26
Gambar 3.5 Kegiatan FS (<i>Constrain</i>)	26
Gambar 3.6 Kegiatan SS (<i>Constrain</i>)	26
Gambar 3.7 Kegiatan SF (<i>Constrain</i>)	27
Gambar 3.8 Diagram Jaringan Kerja dengan Menggunakan PDM.....	27
Gambar 3.9 Hubungan Kegiatan I dan J	28
Gambar 3.10 Hubungan Kegiatan I dan J	28
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 5.1 Analisis Dengan <i>Network Planning</i>	38
Gambar 5.2 Grafik Durasi dan Total Biaya	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Perjanjian Kontrak (Kontrak Harga Satuan).....	100
Lampiran 2. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan.....	107
Lampiran 3. Gambar Pelaksanaan Pekerjaan	108



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PDM : *Precedence Diagram Method*

CPM : *Critical Path Method*

FF : *Finish to Finish*

FS : *Finish to Start*

SS : *Start to Start*

SF : *Start to Finish*

Ø : Diameter

D19 : Deform diameter 19 mm

OH : Orang Hari

m³ : Meter Kubik

kg : Kilogram



ABSTRAK

Dalam Proses pembangunan sebuah proyek konstruksi kerap terjadi sesuatu yang tidak diinginkan seperti terjadinya keterlambatan pekerjaan pada proyek. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat terjadi karena faktor yang berbeda-beda seperti kondisi cuaca yang tidak mendukung, perubahan desain dan kesalahan dalam perencanaan. Maka dari itu diperlukan alternatif yang bisa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek, alternatif tersebut dapat berupa penambahan jam lembur, penggunaan alat yang lebih produktif, penambahan jumlah kerja, penggunaan material yang cepat pemasangannya dan metode konstruksi yang lebih cepat.

Dalam penelitian ini akan menganalisis percepatan durasi penyelesaian proyek pada proyek pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah, dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam), maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek (*direct and indirect cost*) yang lebih ekonomis dan durasi waktu yang lebih efisien dengan menggunakan dua alternatif tersebut.

Hasil analisis pada Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah, diketahui total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja maksimal selama empat jam didapat sebesar Rp.341.319.447.766,00 atau lebih murah 0,10% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 208 hari kerja atau lebih cepat 3,26% dari durasi normal, sedangkan total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) didapat sebesar Rp. 340.795.049.900,00 atau lebih murah 0,25% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 197 hari atau lebih cepat 8,37% dari durasi normal. Dari penelitian ini dapat disimpulkan dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*Shift* pagi dan *Shift* malam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) durasi lebih cepat dan anggaran total biaya proyek lebih murah.

Kata Kunci : Percepatan Proyek, Metode *Crashing* , *Direct and Indirect Cost*

ABSTRACT

In the process of building a construction project often happens something that is not desirable such as the occurrence of delay in the project work. Project delay can occur due to different factors such as unfavorable weather conditions, design changes and errors in planning. Therefore, alternatives that can be used to support the acceleration of the completion of the project, the alternatives can be the addition of overtime hours, the use of fast material installation and construction methods more quickly.

In this research will analyze the acceleration of project completion duration in road project of an integrated industrial area, Batang, Central Java alternatively adding four hours work hours and work shift system (morning shift and night shift). So the purpose of this study is to know the cost of the project (direct and indirect cost) is more economical and the duration of time more efficient by using the two alternatives.

The result of the analysis on the construction project of road project of an integrated industrial area, Batang, Central Java, known total project cost budget in conditions after crashing with alternative addition of maximum working hours for four hours is Rp. 341.319.447.766,00 or more cheaper 0,10% of the total project cost budget under normal conditions and the duration of project implementation obtained 208 working days or 3,26% faster than normal duration, while the total project cost budget in conditions after crashing with alternative work shift system (morning shift and night shift) is Rp. 340.795.049.900,00 or cheaper 0,25% of the total project cost budget under normal conditions and the duration of project implementation obtained 197 days or 8,37% faster than normal duration. From this research, it can be concluded that by applying work shift system (morning shift and night shift) is an alternative program of crashing which is more effective and economical, because by applying work shift system (mornig shift and night shift) the duration is faster and total budget of project cost more cheaper.

Keywords : Project Acceleration, Crash Program, Direct and Indirect Cost

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah pekerjaan mendirikan suatu bangunan dalam waktu tertentu dengan menggunakan sumber daya proyek yang terbatas. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka harus terjalin kerja sama yang baik antar pihak-pihak yang terlibat dalam proyek tersebut, dalam hal ini adalah pengawas, konsultan dan kontraktor. Kontraktor memegang peranan penting dalam suatu proyek konstruksi. Sebelum suatu proyek konstruksi dilaksanakan, kontraktor harus membuat perencanaan agar proses konstruksi dapat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan (Kushono, 2006).

Pada pelaksanaan proyek konstruksi terdapat tiga hal yang harus dicapai, yaitu ketepatan biaya, waktu dan mutu. Harus diusahakan agar biaya tidak melebihi anggaran, waktu tidak melampaui jadwal yang telah ditetapkan, dan mutu sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proyek yang memenuhi standar adalah proyek yang pengerjaannya sesuai spesifikasi yang telah ditentukan dan selesai tepat waktu atau bahkan lebih cepat dari target yang telah direncanakan. Pada kenyataannya ada beberapa faktor yang menghambat jalannya pengerjaan proyek diantaranya faktor cuaca, tenaga kerja, keterlambatan material dan alat yang mendukung pekerjaan.

Untuk mencapai ketepatan biaya dan waktu dapat diantisipasi dengan melakukan pekerjaan dengan system percepatan (*crashing*) pada pelaksanaan proyek. Percepatan (*crashing*) dapat dilaksanakan dengan mengadakan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan *shift* kerja. Penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) dan melakukan *shift* kerja yang kemudian akan berpengaruh pada biaya total proyek.

Studi kasus yang dipakai untuk menganalisis percepatan durasi proyek adalah Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa

Tengah. Proses pembangunan proyek ini membutuhkan waktu 215 hari kalender pada pekerjaan struktur.

Penelitian ini akan menganalisis dampak percepatan durasi penyelesaian proyek pada pelaksanaan proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah menggunakan metode percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur) dan *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam), yang mana pekerjaan yang akan dilakukan percepatan adalah pekerjaan pasangan batu, pekerjaan perkerasan beton semen untuk pembukaan lalu lintas umur beton lebih dari 3 hari dan kurang dari 7 hari, dan pekerjaan laston lapis aus (AC-WC). Dengan demikian akan diperoleh selisih durasi pelaksanaan proyek dan pekerjaan biaya proyek yang minimal dengan mutu pekerjaan sesuai spesifikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan diatas, disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu yang digunakan untuk pelaksanaan proyek dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan sistem *shift* kerja?
2. Berapa besar efisiensi waktu dan biaya ekonomis dengan metode percepatan pelaksanaan pekerjaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui berapa lama durasi yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur dan *shift* kerja.
2. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan durasi dan biaya percepatan yang efisien.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi berbagai pihak sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan informasi bagi pembaca dalam ilmu manajemen teknik sipil khususnya pada analisis percepatan durasi proyek dengan pengendalian waktu dan biaya.
2. Manfaat bagi peneliti, menjadi pembanding untuk penelitian selanjutnya.
3. Manfaat bagi pelaksana konstruksi, dapat menjadi acuan untuk menerapkan metode tersebut.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah-masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri (KIT) Batang, Jawa Tengah.
2. Harga satuan pekerjaan yang digunakan pada penelitian ini tidak akan mengalami perubahan selama pelaksanaan proyek berlangsung.
3. Pekerjaan yang akan dianalisa adalah pelaksanaan pekerjaan struktur saja, tidak termasuk pekerjaan arsitektur dan mekanikal elektrikal.
4. *Software* yang digunakan untuk menganalisis jaringan pekerjaan adalah *Microsoft Project* dan *Microsoft Excel*.
5. Tidak ada hambatan terhadap kebutuhan jumlah tenaga kerja, material dan sumber daya uang, berapapun kebutuhannya selalu tersedia.
6. Diasumsikan kondisi lingkungan proyek dan cuaca yang selama pelaksanaan proyek mendukung (cuaca baik, tidak hujan).
7. Anggaran biaya dan jadwal pekerjaan sesuai dengan data Rencana Anggaran Biaya yang disediakan.
8. Penelitian ini diutamakan pada percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) dan *shift* kerja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pada bab I telah disebutkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan manfaat penelitian. Sebagai referensi dan bahan pertimbangan, maka pada bab II ini menjelaskan hasil dari penelitian sebelumnya.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian tugas akhir ini, maka akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus menghindari adanya duplikasi. Hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

2.2.1 Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*

Penelitian ini dilakukan oleh Mandiyo Priyo, Adi Sumanto Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2016. Dengan Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir. Penelitian ini membahas tentang percepatan waktu proyek dan biaya proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir dengan metode penambahan jam kerja (lembur). Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang harus dilakukan dalam percepatan waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*resources*).

Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil *time cost trade off* dengan penambahan 1 jam kerja per hari yang dilakukan 3 hari pertama pada pekerjaan-pekerjaan yang kritis selama proyek berlangsung. Diperoleh pengurangan durasi sebesar 57 hari, dari durasi normal 196 hari menjadi 139 hari dengan perubahan biaya total proyek yang terjadi akibat penambahan jam kerja yaitu dari biaya

normal Rp 16.371.654.833,56 menjadi Rp 16.133.558.292,57 (selisih biaya Rp 238.096.540,99) serta menyebabkan kenaikan biaya langsung dari Rp 15.469.452.846,76 menjadi Rp 15.493.731.373,36 (selisih biaya Rp 24.278.526,60) dan biaya tidak langsung mengalami penurunan dari Rp 902.201.986,80 menjadi Rp 639.826.919,21 (selisih biaya Rp 262.375.067,59). Biaya mempercepat durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

2.1.2. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Crashing* Program Pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan RSUD Kanjuruhan

Penelitian ini dilakukan oleh Rizki Ramadan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2019. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan RSUD Kanjuruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya akibat percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Metode penelitian yang digunakan adalah kurun waktu normal (*normal duration*), kurun waktu yang dipersingkat (*Crash duration*), biaya normal (*normal cost*), dan biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan dengan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu penyelesaian proyek menjadi 254 hari) dan biaya 0,85% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek menjadi 231 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil *crash* yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja. Total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp 92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.391,76

atau naik 0,85% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 254 hari. Total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja didapatkan penambahan biaya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya pekerjaan normal dengan mengurangi durasi pekerjaan waktu selama 52 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 231 hari.

2.1.3 Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Crash Duration* Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas

Penelitian ini dilakukan oleh Wateno Oetomo, Priyoto, Uhad, Pegawai Negeri Sipil Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada tahun 2017. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan waktu dan biaya dengan metode *Time Cost Trade off* dan menentukan efisiensi biaya percepatan akibat keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.

Hasil yang diperoleh dari analisis yang dilakukan adalah waktu yang diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pembangunan jembatan Sei Hanyu kabupaten Kapuas selama 1038 hari kalender (148 minggu), dapat dipercepat 44 hari dari perencanaan semula 1082 hari kalender (155 minggu). Dengan adanya percepatan penyelesaian pembangunan jembatan Sei. Hanyu Kabupaten Kapuas diperlukan tambahan biaya sebesar Rp. 175.160.710,43 dengan penambahan biaya (*cost slope*) sebesar Rp. 3.980.925,24 per hari selama 44 hari, sehingga biaya optimal yang diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pembangunan jembatan Sei. Hanyu Kabupaten Kapuas adalah sebesar Rp 45.102.729.928,11 yang semula direncanakan sebesar Rp 44.927.569.217,68. Sehingga terjadi penambahan biaya akibat percepatan pelaksanaan sebesar 0,390% dari biaya yang direncanakan dan keuntungan Kontraktor Pelaksana sebesar Rp 7.753.233.857,26 atau 0,172%.

2.3 Perbedaan Penelitian

Berdasarkan uraian ketiga penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa hal berbeda dari penelitian yang akan diteliti dengan penelitian terdahulu. Pertama, terletak pada subjek penelitian berupa tujuan dan manfaat penelitian yang akan diteliti dan penelitian terdahulu. Tujuan penelitian yang akan diteliti itu sendiri ialah untuk mengetahui total waktu dan biaya pada proyek setelah dilakukan percepatan dengan menambah jam kerja empat jam dan melakukan sistem *shift* kerja, serta untuk mendapatkan biaya yang lebih ekonomis dan durasi waktu pelaksanaannya setelah dilakukan percepatan. Kedua, terletak pada objek penelitian berupa tempat yang akan diteliti. Objek penelitiannya yaitu pada proyek Pembangunan jalan Kawasan Industri (KIT) Batang, Jawa Tengah. Untuk rangkuman perbedaan penelitian-penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Table 2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Priyo (2016)	Ramadan (2019)	Oetomo, Priyoto, Uhad (2017)
Tujuan Penelitian	Menentukan percepatan waktu proyek dan biaya dengan membuat jaringan kerja proyek (<i>network</i>), dan mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menentukan durasi proyek.	Untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya akibat percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.	Untuk menentukan besarnya perubahan waktu dan biaya dengan metode <i>Time Cost Trade Off Analysis</i> dan untuk menentukan efisiensi biaya percepatan akibat keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.

Objek Penelitian	Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir.	Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan RSUD Kanjuruhan Kabupaten Malang.	Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas.
Hasil Penelitian	Berdasarkan penelitian tersebut hasil perhitungan diperoleh hasil <i>time cost trade off</i> dengan penambahan 1 jam kerja per hari yang dilakukan 3 hari pertama pada pekerjaan-pekerjaan yang kritis selama proyek berlangsung, diperoleh pengurangan durasi sebesar 57 hari, dari durasi normal 196 hari menjadi 139 hari dengan perubahan biaya total proyek yang terjadi akibat penambahan jam kerja yaitu dari biaya normal Rp 16.371.654.833,56 menjadi Rp 16.133.558.292,57	Dari penelitian tersebut diperoleh perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu penyelesaian proyek menjadi 254 hari) dan biaya 0,85% dari total biaya proyek normal sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek menjadi 231 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil <i>crash</i> yang optimum adalah dengan	Dari penelitian tersebut diperoleh waktu yang diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pembangunan jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas selama 1038 hari kalender (148 minggu), dapat dipercepat 44 hari dari perencanaan semula 1082 hari kalender (155 minggu). Dengan adanya percepatan penyelesaian pembangunan jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas diperlukan tambahan biaya sebesar Rp.

	<p>(selisih biaya Rp 238.096.540,99) serta menyebabkan kenaikan biaya langsung dari Rp 15.469.452.846,76 menjadi Rp 15.493.731.373,36 (selisih biaya tidak langsung mengalami penurunan dari Rp 902.201.986,80 menjadi Rp 639.826.919,21 (selisih biaya Rp 262.375.067,59)</p>	<p>penambahan tenaga kerja. Total biaya pekerjaan percepatan (<i>crashing</i>) dengan penambahan biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.529.391,76 atau naik 0,85% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 254 hari. Total biaya pekerjaan percepatan (<i>crashing</i>) dengan penambahan tenaga kerja didapatkan penambahan biaya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya pekerjaan normal</p>	<p>175.160.170,43 dengan penambahan biaya (<i>cost slope</i>) sebesar Rp 3.980.925,24 per hari selama 44 hari, sehingga biaya optimal yang diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pembangunan jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas adalah Rp 45.102.729.928,11 yang semula direncanakan sebesar Rp 44.927.569.217,68. Sehingga terjadi penambahan biaya akibat percepatan pelaksanaan sebesar Rp 44.927.569.217,68. Sehingga terjadi penambahan biaya akibat percepatan pelaksanaan sebesar 0,390%</p>
--	--	--	---

		dengan mengurangi durasi pekerjaan waktu selama 52 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 231 hari.	dari biaya yang direncanakan. Keuantungan Kontraktor Pelaksana sebesar Rp 7.753.233.857,26 atau 0,172%.
--	--	--	---



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Pengertian proyek adalah sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan bermacam keahlian dari berbagai profesi dan organisasi. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumberdaya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Menurut Ervianto (2005) pengertian proyek bisa dilihat dari berbagai aspek seperti aspek tujuan, siklus hidup, kompleksitas, keunikan, dan konflik sumber daya yang terjadi. Sedangkan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan proyek dalam membangun infrastruktur pada suatu lahan dalam batasan waktu, biaya dan mutu yang didalamnya berkaitan dengan teknik sipil dan arsitektur.

3.2 Manajemen Proyek

Soeharto (1997) menyatakan manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh manajemen proyek menggunakan system dan hierarki (arus kegiatan) vertical dan horizontal.

Manajemen proyek merupakan penerapan dari ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang baik dengan sumber daya terbatas untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja waktu, biaya dan mutu serta keselamatan kerja (Husen, 2010).

Project Management Institute (2004) dalam Nurdin (2016) mengemukakan bahwa terdapat Sembilan area manajemen proyek sebagai berikut:

1. Manajemen integrasi proyek, menjelaskan proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa berbagai elemen dari proyek dikoordinasikan dengan

benar. Manajemen integrasi proyek terdiri dari rencana pengembangan proyek, rencana pelaksanaan proyek dan pengendalian perubahan secara keseluruhan.

2. Manajemen ruang lingkup proyek, menjelaskan proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek tersebut mencakup semua pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dengan sukses. Manajemen ruang lingkup terdiri dari perencanaan lingkup, definisi ruang lingkup, lingkup verifikasi, dan pengendalian lingkup perubahan.
3. Manajemen waktu proyek, menjelaskan proses yang diperlukan untuk memastikan pekerjaan selesai tepat pada waktu penyelesaian proyek. Manajemen waktu proyek terdiri dari definisi kegiatan, urutan aktivitas, perkiraan durasi aktivitas, pengembangan jadwal, dan pengendalian jadwal.
4. Manajemen biaya proyek, menjelaskan proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek selesai sesuai dengan anggaran yang telah disetujui. Manajemen biaya proyek terdiri dari perencanaan sumberdaya, perkiraan biaya, anggaran biaya, dan pengendalian biaya.
5. Manajemen kualitas proyek, menggambarkan proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek akan memenuhi kualitas yang ditentukan. Manajemen kualitas proyek terdiri dari perencanaan mutu, jaminan mutu, dan pengendalian mutu.
6. Manajemen sumberdaya manusia, menjelaskan proses yang diperlukan untuk membuat penggunaan paling efektif dari orang yang terlibat dengan proyek. Manajemen sumberdaya manusia terdiri dari perencanaan organisasi, akuisisi staf, dan pengembangan tim.
7. Manajemen komunikasi proyek, menjelaskan proses yang diperlukan untuk memastikan komunikasi tepat waktu dan tepat pengumpulan, diseminasi, penyimpanan, dan disposisi akhir dari informasi proyek. Manajemen komunikasi proyek terdiri dari perencanaan komunikasi, distribusi informasi, pelaporan kinerja, dan penutupan administrasi.

8. Manajemen resiko proyek, menggambarkan proses yang bersangkutan dengan mengidentifikasi, menganalisis, dan menanggapi resiko proyek. Manajemen resiko proyek terdiri dari identifikasi resiko, kuantifikasi resiko, pengembangan respon resiko, dan pengendalian respon resiko.
9. Manajemen pengadaan proyek, menjelaskan proses yang diperlukan untuk memperoleh barang dan jasa dari luar organisasi *performing*. Manajemen pengadaan proyek terdiri dari perencanaan pengadaan, perencanaan, permohonan, ajakan, pemilihan sumber, kontak administrasi, dan kontak keluar.

Manajemen secara umum berfungsi menggunakan prinsip perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), Pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*). Prinsip manajemen ini banyak digunakan oleh organisasi dewasa ini untuk memajukan dan mengelola organisasi mereka. Berikut penjelasan lebih lanjut tentang masing-masing point tersebut :

1. Perencanaan (*Planning*)

Pada kegiatan ini dilakukan antisipasi tugas dan kondisi dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang harus dicapai. Perencanaan harus dibuat dengan cermat, lengkap, terpadu, dan dengan tingkat kesalahan paling minimal. Namun hasil dari perencanaan bukanlah dokumen yang bebas dari koreksi karena sebagai acuan untuk tahap pelaksanaan dan pengendalian, perencanaan harus tetap disempurnakan secara iteratif menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses selanjutnya (Husen, 2009).

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pada kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokan jenis-jenis pekerjaan, menentukan pendelegasian wewenang dan tanggungjawab personil serta meletakkan dasar bagi hubungan masing-masing unsur organisasi. Untuk menggerakkan organisasi, pimpinan harus mampu mengarahkan organisasi dan menjalin komunikasi antar pribadi dalam

hierarki organisasi. Struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek dan kerangka penjabaran tugas personil penanggungjawab yang jelas, serta kemampuan personil yang sesuai keahliannya, maka akan diperoleh hasil yang positif bagi organisasi (Husen, 2009).

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini adalah implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran tujuan yang telah ditetapkan. Karena kondisi perencanaan masih bersifat ramalan, maka pada tahap ini biasanya sering terjadi perubahan dari rencana yang telah ditetapkan.

Pada tahapan ini sudah ditetapkan konsep pelaksanaan serta personil yang terlibat dalam organisasi, yang kemudian secara detail menetapkan jadwal, program, alokasi biaya, serta alokasi sumber daya yang digunakan (Husen, 2009).

4. Pengendalian (*Controlling*)

Kegiatan pada tahapan ini dimaksudkan agar pekerjaan berjalan sesuai program kerja, aturan, visi dan misi maka dibutuhkan pengontrolan. Baik dalam bentuk supervisi, pengawasan, inspeksi hingga audit. Kata-kata tersebut memang memiliki makna yang berbeda, tapi yang terpenting bagaimana sejak dini dapat diketahui penyimpangan yang terjadi. Baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan, maupun pengorganisasian (Husen, 2009).

3.3 Penjadwalan Proyek (*Time Schedule*)

Menurut Paulust (1986) dalam Sutisna, (2013), penjadwalan proyek merupakan tahap menerjemahkan suatu perencanaan ke dalam skala waktu. Penjadwalan diantaranya menimbang kapan suatu aktivitas akan dimulai, ditunda,

dan diselesaikan sehingga dapat disesuaikan antara kebutuhan menurut jangka waktu dengan pembiayaan dan pemakaian sumber daya yang telah dialokasikan.

Dalam teori kedua penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009).

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Menurut Husen (2009), penjadwalan mempunyai manfaat seperti :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan mengenai batasan waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai progress pekerjaan
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebih, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Sedangkan kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh faktor berikut, diantaranya :

1. Dana yang tersedia dan yang diperlukan
2. Waktu yang tersedia dan yang diperlukan
3. Kerja lembur dan pembagian *shift* kerja untuk mempercepat proyek
4. Sumber daya yang tersedia dan yang diperlukan
5. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Semakin besar skala proyek, maka semakin kompleks pengolahan penjadwalan karena dana, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar.

Karena kompleksnya suatu permasalahan proyek, maka pengelola proyek selalu ingin meningkatkan kualitas penjadwalan waktu proyek. Teknik penjadwalan dibuat untuk mencapai efektifitas dan efisiensi yang tinggi dari sumber daya yang akan digunakan dalam masa pelaksanaan proyek.

3.4 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar-gambar bestek, serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, daftar susunan rencana anggaran biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan (Mukomono, 2007).

Sastraatmadja (1984), menyatakan rencana anggaran biaya terbagi atas dua bagian, yaitu rencana anggaran biaya kasar dan rencana anggaran biaya terperinci yaitu sebagai berikut :

1 Rencana Anggaran Biaya Kasar

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penaksiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih. Pekerjaan dihitung dengan cara mengalikan setiap m² luas bangunan dengan harga per meter bangunan.

2 Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Rencana Anggaran biaya terperinci adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung secara terperinci dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya yang dihitung secara terperinci didasarkan atau didukung oleh :

- a. Bestek, untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat teknis.
- b. Gambar bestek, untuk menentukan atau menghitung besarnya tiap-tiap volume pekerjaan.
- c. Harga satuan pekerjaan, didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisis.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analitis. Harga bahan diperoleh di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan di lokasi, dikumpulkan, dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah Tenaga Kerja. Dalam perhitungan dan penyusunan anggaran biaya suatu proyek harus berpedoman pada harga satuan bahan di pasaran dan upah tenaga kerja di lokasi pekerjaan.

3.4.1 Komponen Biaya Proyek

Dijelaskan oleh Soeharto (1999) komponen biaya proyek terbagi atas :

1. Modal Tetap

Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan. Modal tetap sendiri menurut Soeharto (1999) dan Husen (2010) dibagi atas :

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung (*Direct Cost*) merupakan biaya tetap selama proyek berlangsung, biaya tenaga kerja, material dan peralatan. Biaya langsung (*Direct Cost*) mencakup diantaranya :

- 1) Penyiapan Lahan (*Site Preparation*). Pekerjaan ini terdiri atas *clearing*, *grubbing*, menimbun dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain.
- 2) Pengadaan peralatan utama. Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar *design-engineering* harus disiapkan.
- 3) Biaya perakitan dan memasang peralatan utama. Terdiri dari pondasi struktur penyangga, isolasi dan pengecatan
- 4) Pipa. Terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antar peralatan, dan lain-lain.

- 5) Alat-alat listrik dan instrument. Terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan instrument.
 - 6) Pembangunan Gedung Perkantoran, pusat pengendalian operasi (*control room*), Gudang, dan bangunan civil lainnya.
 - 7) Fasilitas pendukung, seperti utility dan *offsite*
 - 8) Pembebasan tanah
- b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)
- Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) merupakan biaya tidak tetap yang dibutuhkan guna penyelesaian proyek. Biaya ini adalah biaya manajemen proyek, tagihan proyek, biaya perizinan, asuransi, administrasi, ATK, keuntungan/*profit*. Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) harus mencakup diantaranya:
- 1) Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, tenaga bidang *engineering*, inspektor, penyedia konstruksi lapangan dan lain-lain.
 - 2) Kendaraan Peralatan Konstruksi. Termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas dan suku cadang.
 - 3) Pembangunan fasilitas sementara. Termasuk perumahan darurat bagi tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
 - 4) Pengeluaran Umum. Termasuk *small tools*, penggunaan sekali pakai (*consumable*), misalnya kawat las.
 - 5) Laba Kontinjensi (*fee*). Kontinjensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
 - 6) *Overhead*. Biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya kontrak yang sedang ditangani.
 - 7) Pajak, pengutan atau sumbangan, biaya perijinan, dan asuransi.

2. Modal Kerja (*Working Capital*)

Modal kerja diperlukan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi yang biasanya perbandingan jumlah modal kerja terhadap total investasi berkisar antara 5 – 10 persen. Modal kerja meliputi diantaranya:

- a. Biaya pembelian bahan kimia, minyak pelumas dan material, serta bahan lain untuk operasi
- b. Biaya persediaan (*inventory*) bahan mentah dan produk serta upah tenaga kerja pada masa awal operasi.
- c. Pembelian suku cadang untuk keperluan operasi selama kurang lebih satu tahun.

3.5 Produktivitas Tenaga Kerja

Secara umum, produktivitas merupakan perbandingan antara output dan input. Dibiidang konstruksi, output dapat dilihat dari kualitas pekerjaan yang telah dilakukan seperti meter kubik galian atau timbunan, ataupun meter persegi untuk plesteran. Sedangkan input merupakan jumlah sumber daya yang digunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material. Karena peralatan dan material biasanya bersifat standar, maka tingkat keahlian tenaga kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas

Unkt menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja. Penyediaan jumlah tenaga kerja, jenis keterampilan, dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatas yang sedang berlangsung. Berdasarkan pada kenyataan tersebut, maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci harus meliputi perkiraan jenis dan keperluan tenaga kerja, seperti tenaga ahli dari berbagai disiplin ilmu dan pekerja lapangan untuk tahap konstruksi.

Jenis intensitas kegiatan proyek dapat berubah cepat sepanjang siklusnya sehingga penyediaan jumlah tenaga kerja, jenis keterampilan dan keahlian harus diperlukan suatu parameter yang sangat penting yaitu produktivitas tenaga kerja yang digunakan untuk mengukur efisiensi kerja.

3.5.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja

Menurut (Soeharto, 1997) faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi fisik lapangan dan sarana bantu.
Kondisi geografis lokasi proyek, iklim, cuaca, tempat penampungan tenaga kerja serta sarana bantu yang berupa peralatan konstruksi sangat berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja.
2. Supervisi, perencanaan dan koordinasi.
Melihat lingkup tugas dan tanggungjawabnya terhadap pengaturan pekerjaan dan penggunaan tenaga kerja di lapangan, maka kualitas pengawas lapangan sangat besar pengaruhnya terhadap produktivitas secara menyeluruh.
3. Komposisi kelompok kerja.
Perbandingan jam-orang pengawas lapangan terhadap total jam-orang kelompok kerja yang dipimpinnya menunjukkan indikasi besarnya rentang pengendalian yang dimiliki.
4. Pengalaman pekerja.
Seorang atau sekelompok tenaga kerja yang melakukan pekerjaan yang identik secara berulang-ulang diharapkan dapat menaikan tingkat produktivitasnya untuk menyelesaikan pekerjaan berikutnya.
5. Ukuran besar proyek.
Semakin besar ukuran proyek, maka produktivitas pekerja akan cenderung menurun.
6. Kepadatan tenaga kerja.
Kepadatan tenaga kerja adalah jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Semakin tinggi jumlah pekerja per area atau semakin turunnya luas area per pekerja, maka kegiatan per area akan semakin sibuk, atau dengan kata lainnya kelancaran pekerjaan akan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas.

3.6 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminology proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara

melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2005).

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan *crash program*. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimalkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika, 2010).

3.6.1 Percepatan Dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode penambahan jam kerja adalah:

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00 – 16.00) sedangkan lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Cara perhitungan harga upah pekerja untuk lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/204 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur pasal 11, yang sebelumnya sudah diatur pada pasal 8 diperhitungkan sebagai berikut:
 1. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan
 2. Cara menghitung sejam adalah $\frac{1}{173}$ kali upah sebulan

Rumus:

$$\text{Upah jam lembur pertama} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

$$\text{Upah jam lembur kedua dan seterusnya} = 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

3.6.2. Percepatan Dengan Alternatif Sistem *Shift* Kerja

Penggunaan metode *shift* dalam suatu pekerjaan lebih cocok jika durasi yang ditetapkan oleh pemilik proyek sangat singkat. Adapun hal yang harus diperhatikan saat menggunakan metode *shift* misalnya masalah penerangan layanan pendukung, keamanan, dan produktivitas pekerja. Biasanya dengan penggunaan metode *shift*, biaya yang dikeluarkan akan melampaui rencana anggaran yang ditetapkan untuk pengeluaran fasilitas guna layanan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *shift* dalam suatu pekerjaan akan menambah biaya yang harus dikeluarkan (Ervianto, 2005). Namun secara drastis dapat mereduksi durasi pekerja hingga mencapai 50% dari durasi yang ditetapkan (Edward M, 1986).

Masalah yang biasanya muncul pada penggunaan metode *shift* kerja berkaitan dengan kurang efisiensinya komunikasi antar tenaga kerja, kondisi kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk, dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja (Penkala, 1997) dan Huug (1992) dalam Hanna (2008). Dampak terbesar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidak mudah untuk menyesuaikan siklus tidur yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kinerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari (Costa, 1996) dalam Hanna (2008) atau 24 sampai 30 hari (Fly, 1980) dalam Hanna, 2008). Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% - 17% dan biaya langsung kerja *shift* biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal (Hanna, 2008).

3.7 Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek, dan masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap

kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Pertimbangan penggunaan metode-metode penjadwalan didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan (Husen, 2009).

3.7.1 Metode Bagan Balok atau *Bar chart*

Bar chart digambarkan dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dan durasi dari setiap kegiatan. Format bagan baloknya informatif, mudah dibaca dan efektif serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Penyajian informasi dengan bagan balok ini agak terbatas, misal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Hal tersebut dikarenakan urutan kegiatan kurang terinci. Maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan. *Bar chart* ini biasa digunakan untuk proyek dengan skala kecil.

3.7.2 Metode Kurva S atau *S Curve*

Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Penggambaran kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan dengan jadwal rencana, sehingga dapat terlihat apakah ada keterlambatan atau tidak. Untuk membuat kurva S, jumlah presentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan diplotkan terhadap sumbu vertical sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Hal tersebut terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Presentase bobot setiap pekerjaan didapatkan dari hasil bagi antara biaya per pekerjaan dengan total biaya anggaran.

3.7.3 *Precedence Diagram Method (PDM)*

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method (PDM)* digambarkan oleh sebuah gambar segi empat karena letak kegiatan ada pada bagian *node* sehingga sering disebut juga *Activity on Node (AON)*. PDM merupakan penyempurnaan dari *Critical Path Method (CPM)*, karena pada prinsipnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktivitas yaitu hubungan aktivitas akhir awal dan pada CPM sebuah kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan yang mendahuluinya selesai.

Pada *Precedence Diagram Method (PDM)*, hubungan antara kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan yang berupa *constraint*. *Constraint* akan menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari *node* terdahulu ke *node* berikutnya. Satu *constraint* hanya bisa menghubungkan dua *node*. Karena setiap *node* memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam *constraint* yaitu *start to start (SS)*, *start to finish (SF)*, *finish to start (FS)*, dan *finish to finish (FF)*. Pada garis *constraint* diberikan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat (*lag*) (Frederika, 2010).

Kegiatan dalam *precedence diagram method* diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, misalnya sebagai berikut;

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO. KEG		DURASI

Gambar 3.1 Alternatif 1, Lambang Kegiatan

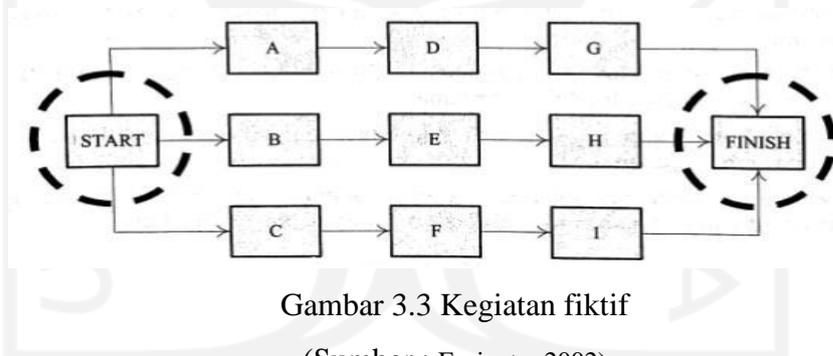
(sumber : Ervianto, 2002)

DURASI		FLOAT
ES	NO.KEG	EF
JENIS KEGIATAN		

Gambar 3.2 Alternatif 2, Lambang Kegiatan

(sumber : Ervianto, 2002)

Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung yang dapat dimulai dari kegiatan kiri ke kanan atau dari kegiatan atas ke bawah. Akan tetapi tidak pernah dijumpai akhir dari garis penghubung ini di kiri sebuah kegiatan. Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif/*dummy*, misalnya untuk kegiatan awal ditambahkan kegiatan *START* dan kegiatan akhir ditambahkan *FINISH*.



Gambar 3.3 Kegiatan fiktif

(Sumber : Ervianto, 2002)

A. Perhitungan *Precedence Diagram Method* (PDM)

Perhitungan PDM pada dasarnya sama dengan perhitungan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF).

Pada *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan

finish to finish. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node*.

1. Hubungan antar kegiatan (*Constraint*)

- Hubungan kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Gambar 3.4 kegiatan FF (*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani, 2014)

$$\text{Rumus : } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_j - D_j$$

- Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

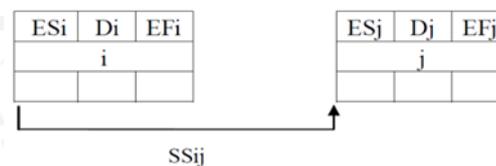


Gambar 3.5 kegiatan FF (*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani, 2014)

$$\text{Rumus : } ES_j = EF_i + FS_{ij} \text{ atau } EF_j = ES_j - D_j$$

- Hubungan kegiatan *Start to Start* (SS)



Gambar 3.6 kegiatan SS (*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani, 2014)

$$\text{Rumus : } ES_j = EF_i + FS_{ij} \text{ atau } EF_j = ES_j - D_j$$

- Hubungan kegiatan *Start to Finish* (SF)

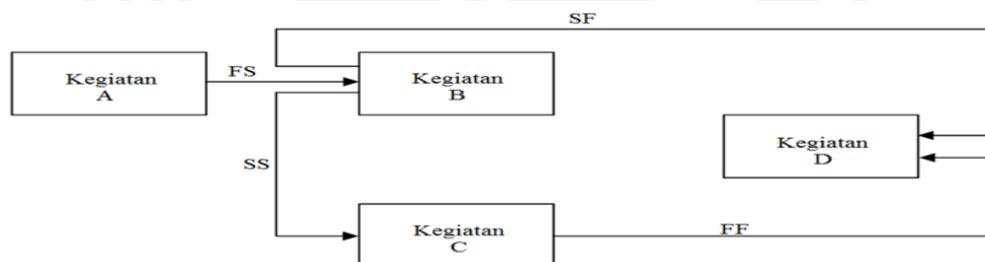


Gambar 3.7 kegiatan SF (*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani, 2014)

$$\text{Rumus : } EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_j - D_j$$

Pada perhitungan PDM ini, jika perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungan (*constraint*) berlainan (EF, FS, SS, SF) maka ES dan EF diambil yang maksimum. Namun, untuk perhitungan ke belakang jika ada lebih kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan (*constraint*) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum (Faisol, 2010).

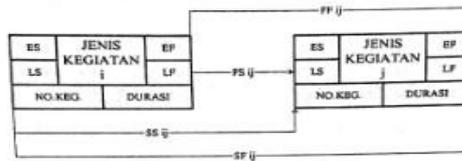


Gambar 3.8 Diagram Jaringan Kerja dengan Menggunakan PDM

(Sumber : Budiono, 2006)

B. Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan yang dianalisis adalah kegiatan J.



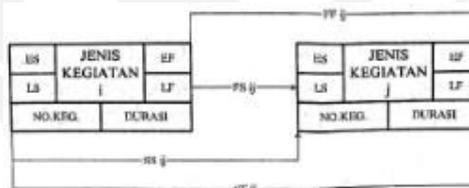
Gambar 3.9 Hubungan kegiatan I dan J

(Sumber : Ervianto, 2002)

Besarnya nilai ES_j dan EF_j dihitung sebagai berikut :

- $ES_j = ES_i + SS_{ij}$ atau $ES_j = EF_i + FS_{ij}$
- $EF_j = ES_i + SF_{ij}$ atau $ES_j = EF_i + FF_{ij}$ atau $ES_j + D_j$

Perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Sebagai kegiatan *successor* adalah kegiatan J, sedangkan kegiatan analisis adalah I.



Gambar 3.10 Hubungan kegiatan I dan J

(Sumber : Ervianto, 2002)

Besarnya nilai LS_j dan LF_j dihitung sebagai berikut :

$$LF_i = LF_j - EF_{ij} \text{ atau } LF_i = LS_j - FS_{ij}$$

$$LF_i = LS_j - SS_{ij} \text{ atau } LF_i = LF_j - SF_{ij} \text{ atau } LF_i - D_i$$

Jalur kritis ditandai oleh beberapa keadaan sebagai berikut :

Earliest Start (ES) – *Latest Start* (LS)

Earliest Finish (EF) – *Latest Finish* (LF)

Latest Finish (LF) – *Earliest Start* (ES) = Durasi kegiatan

C. Float

Float adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi

terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu total *float* dan *free float* (Ervianto, 2002).

Total float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan.

$$\text{Total Float (TF)}_i = \text{Minimum (LS}_j - \text{EF}_i)$$

Free float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

$$\text{Free Float (FF)}_i = \text{Minimum (ES}_j - \text{EF}_i)$$

D. Lag

Link lag adalah garis ketergantungan antara kegiatan dalam suatu *Network Planning*. Perhitungan lag dapat dilakukan dengan cara :

1. Melakukan perhitungan ke depan untuk mendapatkan nilai-nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).
2. Hitung besarnya *lag*
3. Buatlah garis ganda untuk lag yang nilainya = 0
4. Hitung *Free float* (EF) dan *Total Float* (TF)

Rumus :

$$\text{Lag}_{ij} = \text{ES}_j - \text{EF}_i$$

$$\text{Free Float}_i = \text{minimum (Lag}_{ij})$$

$$\text{Total float}_i = \text{minimum (Lag}_{ij} + \text{TF}_j)$$

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Pendahuluan

Metodologi penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Metodologi juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode yang dapat memberikan alternatif penjelasan sebagai kemungkinan dalam proses pemecahan masalah.

Penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dengan urutan yang jelas dan teratur, sehingga akan diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literature untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian, kemudian ditentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.

Penelitian ini merupakan penelitian analisis untuk optimalisasi biaya dan waktu proyek yang akan dilakukan percepatan durasi waktu proyek dengan cara menambah jam kerja empat jam dan melakukan system *shift* kerja. Dari hasil menambah jam kerja empat jam dan melakukan system *shift* kerja tersebut maka akan didapat perubahan biaya dan waktu (*time cost trade off*), dalam hal ini untuk mendapatkan pekerjaan yang berada pada jalur kritis akan menggunakan metode jaringan kerja *Precedence Diagram Method* (PDM) dan dilakukan *crashing*, sehingga didapat berapa biaya untuk melakukan percepatan terhadap durasi proyek.

4.2 Objek dan Subjek Penelitian

Dalam setiap penelitian tentunya terdapat objek dan subjek penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah yang merupakan objek dari penelitian. Objek penelitian menjelaskan tentang hal yang menjadi sasaran penelitian, juga dimana dan kapan penelitian dilakukan. Sedangkan subjek penelitian adalah hal yang akan diperoleh tentang keterangan hal tersebut. Subjek penelitian kali ini adalah

analisis percepatan proyek menggunakan metode *crashing* dengan penambahan jam kerja lembur dan melakukan sistem *shift* kerja.

4.3 Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah teknik untuk mendapatkan data-data yang menjadi bahan informasi atau dokumentasi proses pengerjaan proyek yang akan diamati. Untuk mendukung penulisan dan sebagai keperluan analisa data, maka diperlukan sejumlah data pendukung yang berasal dari dalam maupun dari luar proyek pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah sebagai objek penelitian. Ada dua cara perolehan/pengumpulan data yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer (*primary data*): Data primer adalah data yang diperoleh/dikumpulkan sendiri oleh perorangan/suatu organisasi secara langsung dari objek yang diteliti dan untuk kepentingan studi yang bersangkutan dapat berupa interview dan observasi. Data primer ini juga bisa disebut sebagai data asli atau data baru diperoleh dari hasil survey dan pengamatan dalam proses pengerjaan pelaksanaan proyek.
2. Data Sekunder (*secondary data*): Data sekunder adalah data yang diperoleh/dikumpulkan dan disatukan oleh studi-studi sebelumnya atau yang diterbitkan dokumentasi dan arsip-arsip resmi. Adapun data sekunder pada penelitian ini adalah: Gambar dan Desain Perencanaan Proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Time Schedule* Proyek. Pada penelitian ini lebih banyak menggunakan data sekunder.

4.4 Analisis Data

Pada penelitian ini percepatan penyelesaian proyek adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur), rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode kerja *shift* (*shift* pagi dan *shift* malam), sehingga diharapkan volume pekerjaan yang dihasilkan akan lebih besar. Dampak dari metode yang mengakibatkan perubahan dari segi biaya maupun durasi melakukan percepatan terhadap durasi proyek dilakukan dengan

cara menambah jam kerja empat jam dan melakukan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam), sehingga diharapkan dalam sehari volume pekerjaan yang dihasilkan lebih besar. Penerapan *Time Cost Trade Off* ini memerlukan perhitungan *crash duration* (durasi setelah percepatan) dan *crash cost* (biaya setelah percepatan), instrument pada penelitian menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *Microsoft Project* untuk mengetahui jalur kritis pada proyek, yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan percepatan proyek (*crashing*) pada kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis.

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

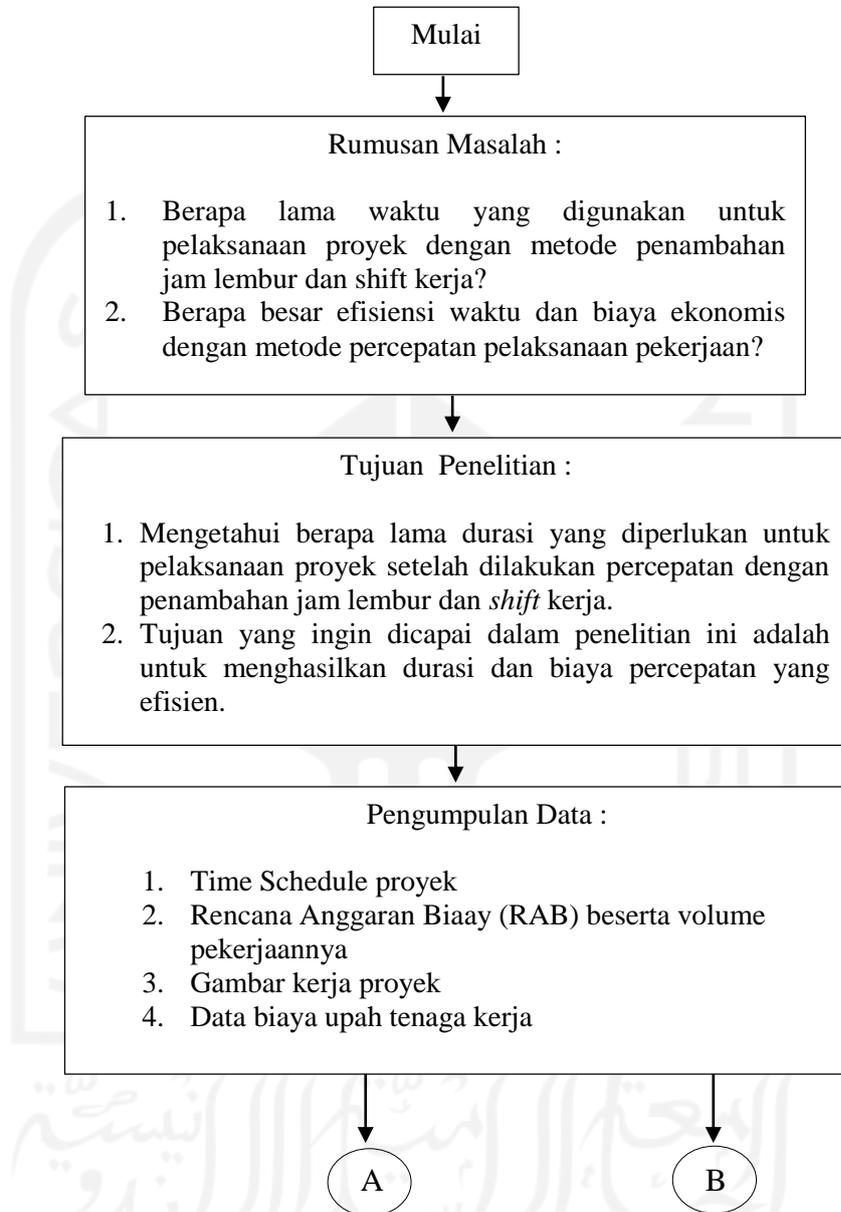
1. Pengumpulan data Sekunder
2. Penyusunan *Network Diagram*

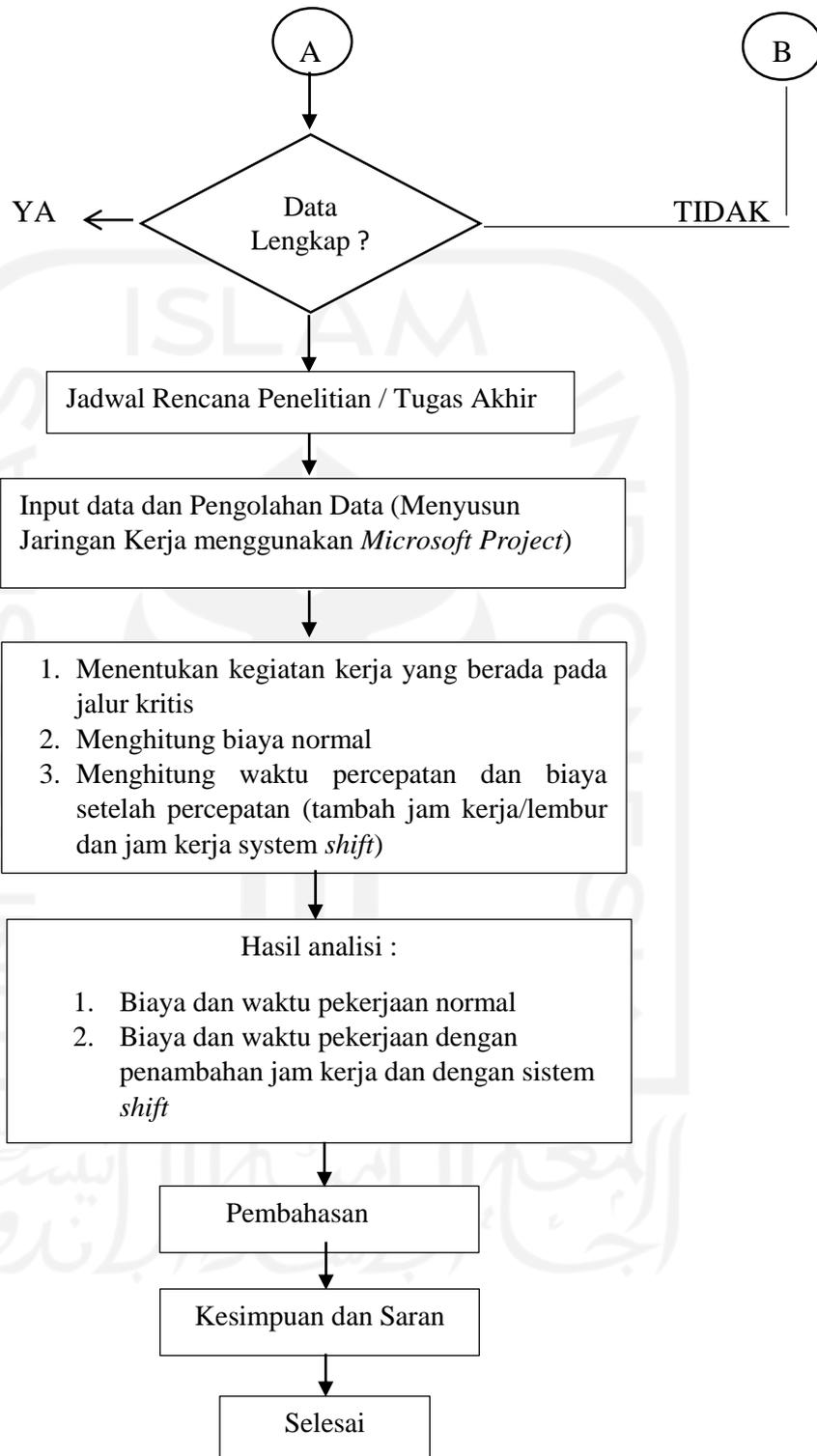
Langkah-langkah penyusunan *network diagram* ialah :

- a. Menentukan /menguraikan setiap item pekerjaan
 - b. Menentukan kegiatan yang saling berkaitan, kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya (*predecessors*)
 - c. Menyusun durasi tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan data penjadwalan masing-masing kegiatan
 - d. Menentukan lintasan kritis
3. Menghitung biaya normal masing-masing kegiatan (dari RAB proyek)
 4. Menerapkan Skenario *Crashing*

Perhitungan *crash cost* dan *crash duration* menggunakan alternatif percepatan yang telah dipilih yaitu penambahan jam kerja empat jam dan sistem *shift* kerja. Dari kedua alternatif tersebut maka akan didapat waktu dan biaya setelah adanya percepatan selanjutnya dibandingkan dengan biaya dan waktu normal.

4.6 Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)





Gambar 4.1 Lanjutan bagan Alir Penelitian.

BAB V

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Umum Proyek

Studi kasus dalam penelitian ini ialah sebuah Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah. Proyek ini terdiri dari Pekerjaan Drainase, Pekerjaan Tanah dan Geosintetik, Pemasangan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen, Perkerasan Aspal dan Rehabilitasi Jembatan. Pada perencanaan durasi pelaksanaan proyek, proyek ini mulai dikerjakan pada tanggal 31 Mei 2021 dan direncanakan selesai dalam kurun waktu 215 hari. Proyek ini dipilih menjadi studi kasus dalam penelitian ini karena dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan, sehingga perlu diadakan percepatan agar proyek dapat selesai tepat waktu atau bahkan lebih cepat dari durasi normal perencanaan. Dalam penelitian ini kegiatan yang dipercepat hanya kegiatan pekerjaan struktur yang berada pada jalur kritis, adapun data yang digunakan untuk proses *crashing* dalam penelitian ini adalah data rencana anggaran biaya (RAB) dan *schedule*. Berikut data Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah.

Data umum proyek:

1. Nama Proyek : Paket 1.2 Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang
2. Jenis Pekerjaan : Pembangunan Jalan, Jembatan dan Saluran Drainase
3. Lokasi Proyek : Kabupaten Batang, Jawa Tengah
4. Panjang Jalan : 7.85 Km
5. Lebar Jalan : 26 meter dan 42 meter
6. Nilai Kontrak : Rp.341.653.155.500,00
7. Sumber Dana Proyek : APBN Tahun Anggaran 2021
8. Waktu Pelaksanaan : 215 Hari Kalender
9. Nama Pemilik Proyek : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perum. Rakyat

10. Penyedia Jasa : WIKA – YASA KSO

Berikut merupakan beberapa data yang dibutuhkan pada penelitian ini, data rencana anggaran biaya (RAB) Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang disajikan pada tabel 5.1, daftar upah pekerja pada tabel 5.2.

Tabel 5.1 Rencana Anggaran Biaya Proyek

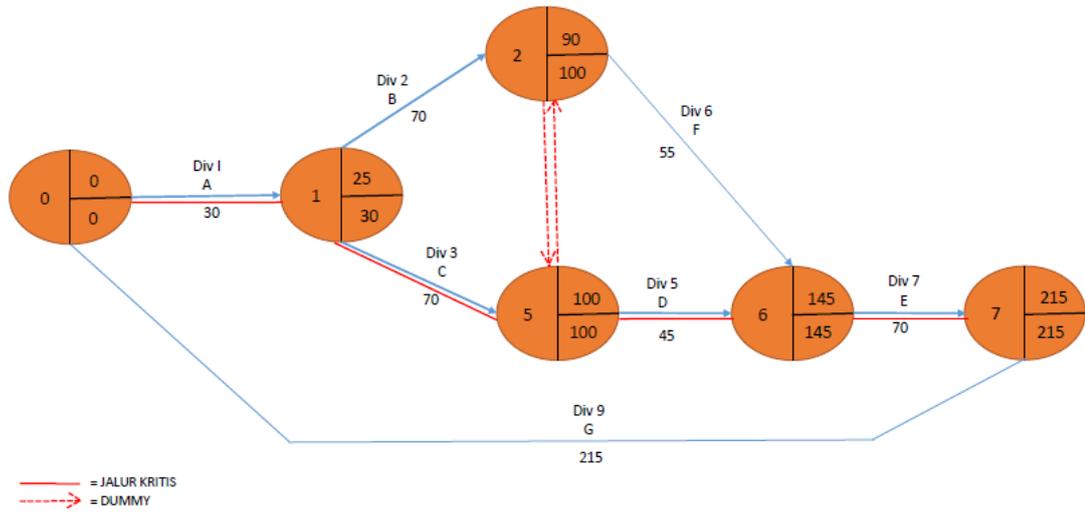
No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	2,288,715,790.00
2	Drainase	26,205,057,019.10
3	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	19,687,672,286.50
4	Pekerjaan Preventif	-
5	Pekerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	74,649,306,662.40
6	Perkerasan Aspal	459,045,945.80
7	Struktur	172,474,154,396.80
8	Rehabilitasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian	14,829,825,688.60
10	Pekerjaan Pemeliharaan	-
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		310,593,777,789.20
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		31,059,377,778.92
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		341,653,155,568.12
(D) JUMLAH DIBULATKAN		341,653,155,500.00

Tabel 5.2 Daftar Upah Pekerja Pada Proyek

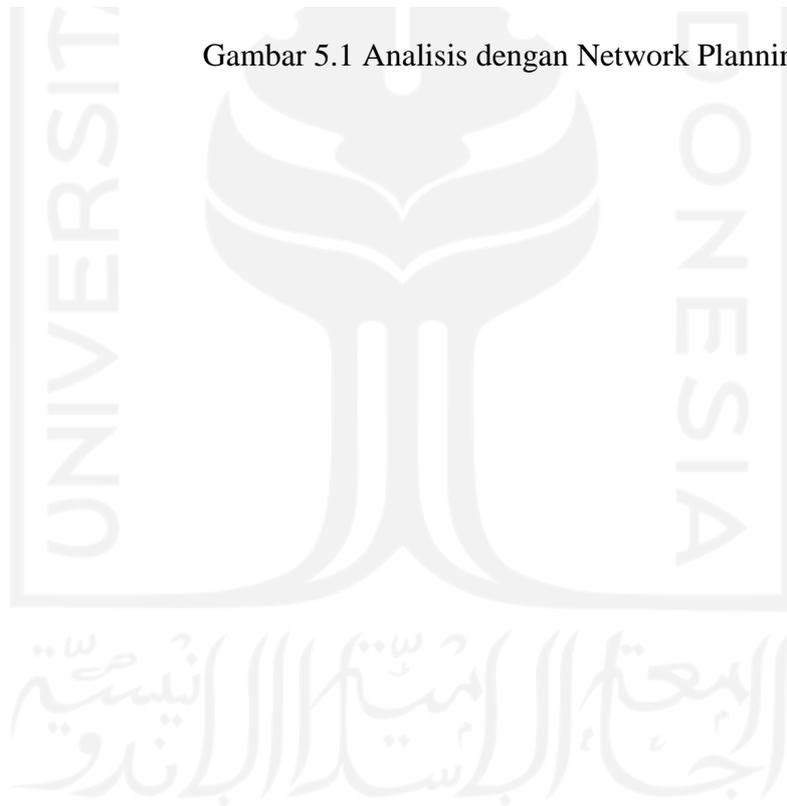
No	Jenis Upah	Satuan	Harga
1	Pekerja	oh	Rp 85,715.00
2	Mandor	oh	Rp 132,000.00
3	Tukang kayu	oh	Rp 125,000.00
4	Kepala tukang	oh	Rp 226,000.00
5	Tukang batu	oh	Rp 125,000.00
6	tukang hampar	oh	Rp 125,000.00
7	Tukang cat	oh	Rp 125,000.00
8	Tukang gali	oh	Rp 125,000.00
9	Tukang besi konstruksi	oh	Rp 130,000.00
10	Sewa alat las	jm	Rp 130,000.00
11	Sewa alat merakit baja	Jm	Rp 800,000.00

5.2 Penentuan Jalur Kritis

Pada tahap penjadwalan terlebih dahulu harus diketahui durasi setiap pekerjaan pada proyek, dalam penelitian ini untuk mengetahui durasi setiap pekerjaan bisa dengan melihat *schedule* rencana pada proyek. Setelah durasi setiap pekerjaan diketahui selanjutnya menentukan hubungan tiap pekerjaan, setelah hubungan setiap pekerjaan tersebut selesai dimodelkan kedalam *microsoft project 2013*, maka akan didapatkan beberapa item pekerjaan yang berada pada jalur kritis dengan ciri pada *bar chart* maupun *network diagram* ditunjukkan dengan garis berwarna merah seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.1. Pekerjaan yang berada pada jalur kritis inilah yang akan dilakukan percepatan (*crashing*), untuk melihat pekerjaan yang berada pada jalur kritis tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3.



Gambar 5.1 Analisis dengan Network Planning



Tabel 5.3 Divisi I Umum

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Durasi Normal (hari)
A	B	C	D
DIVISI 1. UMUM			
Mobilisasi			
Mobilisasi	LS	1.00	30 Hari
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas			
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	
Jembatan Sementara	LS	-	
Pengamanan Lingkungan Hidup			
Pengujian Ph	Buah	6.00	
Pengujian Oksigen Terlarut (DO)	Buah	6.00	
Pengujian Zat Padat Terlarut (TDS)	Buah	6.00	
Pengujian Zat Tersuspensi (TSS)	Buah	6.00	
Pengujian Biological Oxygen Demand (BOD)	Buah	6.00	
Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)	Buah	6.00	
Pengujian Coliform	Buah	6.00	
Pengujian E. Coli	Buah	6.00	
Pengujian Destruksi Cu, Pb, Cd, Ni, Fe, Zn, Ag, Co, Mn	Buah	6.00	
Pengujian Temperatur (Suhu)	Buah	6.00	
Pengujian Parameter Kualitas Air Lainnya	Buah	-	
Pengujian Vibrasi Lingkungan untuk Kenyamanan dan Kesehatan	Buah	6.00	
Pengujian tingkat getaran kendaraan bermotor	Buah	6.00	
Pengujian Parameter Kebisingan dan/atau Getaran Lainnya	Buah	-	

Pengujian NoX	Buah	6.00
Pengujian Sulfurdioksida (SO2)	Buah	6.00
Pengujian Karbondioksida (CO2)	Buah	6.00
Pengujian Hidro Carbon (HC)-CH4	Buah	6.00
Pengujian Total Partikulat (TSP) - Debu	Buah	6.00
Pengujian Timah Hitam (Pb)	Buah	6.00
Pengujian Parameter Udara Emisi dan Ambien lainnya	Buah	-
Keselamatan dan Kesehatan Kerja		
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	1.00
Pengujian Tanah		
Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M ¹	240.00
Sondir termasuk Laporan	M ¹	-

Tabel 5.3 Divisi II Drainase dan III Pekerjaan Tanah

Uraian	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Durasi (Hari)
DIVISI 2. DRAINASE			
Pasangan Batu dengan Mortar	100.00	M ³	
Galian Biasa	321,164.10	M ³	70 hari
Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	2,412.50	M ³	
Galian Struktur dengan kedalaman 2 - 4 meter	2,941.20	M ³	
Galian Struktur dengan kedalaman 4 - 6 meter	4,562.00	M ³	
Timbunan Biasa dari hasil galian	145,481.40	M ³	
Timbunan Pilihan dari sumber galian	2,796.30	M ³	
Penyiapan Badan Jalan	138,505.00	M ²	
Geotextile Filler untuk Drainage Bawah Permukaan (Kelas 2)	20,822.30	M ²	

Tabel 5.3 Divisi VII Struktur

Uraian	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Durasi (Hari)
DIVISI 7. STRUKTUR			
Beton struktur, fc'30 Mpa untuk Pilar dan Abutmen	6,954.60	M ³	70 hari
Beton struktur, fc30 Mpa untuk Plat Lantai	1,515.10	M ³	
Beton struktur, fc'20 Mpa	21,785.20	M ³	
Beton, fc'15 Mpa	206.80	M ³	
Beton Siklop, fc'15 Mpa	210.00	M ³	
Beton, fc'10 Mpa	10,414.70	M ³	
Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 16 meter	40.00	Buah	
Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 25 meter	20.00	Buah	
Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 40 meter	14.00	Buah	
Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 50 meter	26.00	Buah	
Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 16 meter	40.00	Buah	
Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 25 meter	20.00	Buah	
Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 40 meter	14.00	Buah	
Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 50 meter	26.00	Buah	
Baja Tulangan Polos-BjTP 280	68,176.80	Kg	
Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	3,565,723.80	Kg	
Tiang Bor Beton, diameter 1000mm	6,994.00	M1	
Pengujian Crosshole Sonic Logging (CSL) pada Tiang bor beton diameter 1000 mm	64.00	Buah	
Pengujian Pembebanan Dinamis Jenis		Buah	

PDLT (Pile Dynamic Load Testing) pada Tiangukuran / diameter 1000 mm	64.00	
Pasangan Batu	19,009.60	M3
Sambungan Siar Muai Tipe Strip Seal	276.00	M ¹
Landasan Elastomerik Karet Alam Berlapis Baja Ukuran 380 Mm x 450 Mm x 50 Mm	160.00	Buah
Landasan Elastomerik Karet Alam Berlapis Baja Ukuran 600 Mm x 600 Mm x 60 Mm	104.00	Buah
Sandaran (Railling)	689.30	M1
Papan Nama Jembatan	8.00	Buah
Deck Drain	128.00	Buah
Pipa Drainase PVC diameter 150 mm	689.30	M ¹
Pipa Penyalur PVC	2,037.60	M ¹

Tabel 5.3 Divisi XI Pekerjaan Harian

Uraian	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Durasi (Hari)
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN			
Mandor	1,000.00	Jam	215 hari
Pekerja Biasa	1,000.00	Jam	
Dump Truck, Kapasitas 3 - 4 m ³	1,000.00	Jam	
Truk Bak Datar 3 - 4 Ton	1,000.00	Jam	
Truk Tangki 3000 - 4000 Liter	1,000.00	Jam	
Kompresor 4000 - 6000 Ltr/mnt	1,000.00	Jam	
Pompa Air 70 - 100 mm	1,000.00	Jam	
Marka Jalan Termoplastik	3,463.40	M ²	
Rel Pengaman	800.00	M ¹	
Kerb Pracetak Jenis 2 (Penghalang/Barrier)	18,110.00	M ¹	
Unit Lampu Penerangan Jalan Lengan Tunggal, Tipe LED	446.00	Buah	
Unit Lampu Penerangan Jalan Lengan Ganda, Tipe LED	46.00	Buah	

5.3 Perhitungan Biaya Normal (*Normal Cost*)

Normal cost merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. *Normal cost* didapat dari rencana anggaran biaya yang digunakan.

Perhitungan *normal cost* akan dibagi menjadi dua yaitu *normal cost* untuk bahan dan *normal cost* untuk upah.

5.3.1 Menentukan Nilai Koefisien Bahan dan Nilai Koefisien Upah

a. Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu

1. Perhitungan koefisien bahan

Dibawah ini adalah hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Batu

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	oh	0.2500	85,715.00	21,428.00
2.	Tukang Batu	oh	0.3500	125,000.00	43,750.00
3.	Kepala Tukang	oh	0.0700	226,000.00	16,868.00
4.	Mandor	oh	0.1300	132,000.00	2,639.00
JUMLAH HARGA TENAGA					84,685.00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Batu	M3	0.9450	134,700.00	127,291.50
2.	Semen (PC)	Kg	258.0000	1,100.00	283,800.00
3.	Pasir	M3	0.5603	185,800.00	104,095.36
JUMLAH HARGA BAHAN					515,186.86
C.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN (A + B)				599,871.86
D.	OVERHEAD & PROFIT	100	% x C		59,987.19
E.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (C+D)				659,859.05

Untuk harga material dan upah tenaga kerja didapat dari data rencana anggaran biaya proyek, dapat dilihat pada tabel 5.2 dan tabel 5.3.

Volume pekerjaan : 100 m³

a) Biaya bahan : Rp. 515,186.86

(didapat dari harga bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 599,871.86

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 659,859.05

(didapat dari biaya bahan dan upah dijumlah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien bahan} = \frac{\text{biaya bahan}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 515.186.86}}{\text{Rp. 599.871.86}} = 0,86$$

Biaya bahan dan upah merupakan biaya langsung dari anggaran biaya proyek, maka dari contoh perhitungan dapat diketahui bahwa biaya langsung sebesar Rp. 599,871.86 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 659,859.05, maka bobot biaya langsung dapat diketahui sebesar :

$$\text{Bobot biaya langsung} = \frac{\text{Rp. 599,871.86}}{\text{Rp. 659.859.05}} \times 100\% = 91\%$$

Maka, bobot biaya tidak langsung = 100% - 91% = 9% dari RAB

2. Perhitungan koefisien upah

Contoh pada analisa pekerjaan pasangan Batu

Volume pekerjaan : 100 m

a) Biaya Upah : Rp. 84.685,00

(didapat dari upah bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 599.871,86

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 659.859,05

(didapat dari biaya bahan dan upah ditambah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{biaya upah}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 84.685.00}}{\text{Rp. 599.871.86}} = 0,14$$

b. Contoh pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

1. Perhitungan koefisien bahan

Dibawah ini adalah hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan. Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	Oh	1.6000	85,715.00	137,144.00
2.	Tukang Batu	oh	2.1000	125,000.00	262,500.00
3.	Kepala Tukag	Oh	0.3100	226,000.00	69,894.00
4.	Mandor	oh	0.3000	132.000.00	39,600.00
JUMLAH HARGA TENAGA					509,138.00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Semen	Kg	428.4000	1,100.00	471,240.00
2.	Pasir Agregat Kasar	M3	0.5348	375,800.00	200,959.05
3.	Air	M3	0.9414	212,729.77	200,260.13
4.	Plasticizer	Kg	1.2852	16.12	2,614.34
5.	Baja Tulangan Polos	Kg	1.2852	80,600.00	103,587.12
6.	Joint Sealent	Kg	15.8750	9,300.00	147,637.50
7.		Kg	0.9900	34,100.00	33,759.00

8	Cat Anti Karat Expansion	Kg	0.0200	35,750.00	715.00
9	Cap Polytene 125 mikron	M2	0.1700	6,050.00	1,028.50
10	Curing Compound	M2	0.4375	63,200.00	27,650.00
11		Ltr	0.8700	38,500.00	33,495.00
JUMLAH					1,222,945.64
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN (A + B)					1,732,083.64
C.					
D.	OVERHEAD & PROFIT	10.0	% x C		173,208.36
E.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (C + D)				1,905,292.00

Untuk harga material dan upah tenaga kerja didapat dari data rencana anggaran biaya proyek, dapat dilihat pada tabel 5.2 dan tabel 5.3.

Volume pekerjaan : 30.510 m³

a) Biaya bahan : Rp. 1,222,945.64

(didapat dari harga bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 1,732,083.64

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 1,905,292.00

(didapat dari biaya bahan dan upah dijumlah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien bahan} = \frac{\text{biaya bahan}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 1,222,945.64}}{\text{Rp. 1,732,083.64}} = 0,73$$

Biaya bahan dan upah merupakan biaya langsung dari anggaran biaya proyek, maka dari contoh perhitungan dapat diketahui bahwa biaya langsung sebesar Rp. 1,732,083.64 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp.1,905,292.00, maka bobot biaya langsung dapat diketahui sebesar :

$$\text{bobot biaya langsung} = \frac{\text{Rp. 1,732,083.64}}{\text{Rp. 1,905,292.00}} \times 100\% = 91\%$$

Maka, bobot biaya tidak langsung = 100% - 91% = 9 % dari RAB

2. Perhitungan koefisien upah

Contoh pada analisa pekerjaan Perkerasan Beton Semen

Volume pekerjaan : 30.510 m³

a) Biaya upah : Rp. 509,138.00

(didapat dari harga upah dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 1,732,083.64

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 1,905,292.00

(didapat dari biaya bahan dan upah ditambah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien upah} = \frac{\text{biaya upah}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 509,138.00}}{\text{Rp. 1,732,083.64}} = 0,27$$

c. Contoh pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

1. Perhitungan koefisien bahan

Dibawah ini adalah hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	oh	0.6000	85,715.00	51,429.00
2.	Tukang Hampar	oh	0,8000	125,000.00	100,000.00
3.	Kepala Tukang	oh	0.1900	226,000.00	42,639.00
4.	Mandor	oh	0.2000	226.000.00	26,400.00
JUMLAH HARGA TENAGA					220.468,00
B.	<u>BAHAN</u>				

1.	Agr Pch Mesin 5-10 & 10-15	M3	0.3206	220,612.32	70,721.29
2.	Agr Pch Mesin 0 – 5	M3	0.4193	220,612.32	92,499.33
3	Semen	Kg	9.5880	1,100.00	10,546.80
4	Aspal	Kg	61.7100	8,475.00	522,992.25
JUMLAH HARGA BAHAN					696,759.67
C.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN (A + B)				917,227.67
D.	OVERHEAD & PROFIT 10.0 % x C				91,722.77
E.	HARGA SATUAN PEKERJAAN C+D)				1,008,950.44

Untuk harga material dan upah tenaga kerja didapat dari data rencana anggaran biaya proyek, dapat dilihat pada tabel 5.2 dan tabel 5.3.

Volume pekerjaan : 482,6 Ton

a) Biaya bahan : Rp. 696.759,67

(didapat dari harga bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan,dan upah : Rp. 917.227,67

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 1.008.950,44

(didapat dari biaya bahan dan upah dijumlah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien bahan} = \frac{\text{biaya bahan}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 696.759,67}}{\text{Rp. 917.227,67}} = 0,76$$

Biaya bahan dan upah merupakan biaya langsung dari anggaran biaya proyek, maka dari contoh perhitungan dapat diketahui bahwa biaya langsung sebesar Rp. 917.227,67 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 1.008.950,44, maka bobot biaya langsung dapat diketahui sebesar :

$$\text{Bobot biaya Langsung} = \frac{\text{Rp. 917.227,67}}{\text{Rp. 1.008.950,44}} \times 100\% = 91\%$$

Maka, bobot biaya tidak langsung = 100% - 91% = 9% dari RAB

2. Perhitungan koefisien upah

Contoh pada analisa pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

Volume pekerjaan : 482,6 Ton

a) Biaya upah : Rp. 220.468.00

(didapat dari harga upah dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 917.227,67 (didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 1.008.950,44

(didapat dari biaya bahan dan upah dijumlah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien upah} = \frac{\text{biaya upah}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. 220.468,00}}{\text{Rp. 917.227,67}} = 0,24$$

Berdasarkan dari ketiga contoh perhitungan koefisien bahan dan koefisien upah, dalam penelitian ini untuk koefisien bahan dan koefisien upah diambil koefisien rata-rata. Nilai koefisien bahan 0,86, 0,73 dan 0,76 didapat nilai koefisien rata-rata sebesar 0,79. Sedangkan, koefisien upah sebesar 0,14, 0,27 dan 0,24 didapat nilai koefisien upah rata-rata sebesar 0,21.

5.3.2 Biaya *Normal Cost* Bahan dan Upah

a. Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu

1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 100 m³

Biaya bahan dan upah : Rp. 599.871,86

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan Pasangan Batu :

= koef. Bahan x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

= 0,79 x Rp. 599.871,86 x 100

$$= \text{Rp. } 47.389.876,90$$

2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan: 100 m³

Biaya bahan dan upah : Rp. 599.871,86

Total *normal cost* upah pada pekerjaan pasangan Batu :

= koef. Upah x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

$$= 0,21 \times \text{Rp. } 599.871,86 \times 100$$

$$= \text{Rp. } 12.597.309,10$$

b. Contoh perhitungan pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 30,510 m³

Biaya bahan dan upah : Rp. 1.732.083,64

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari :

= koef. Bahan x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

$$= 0,79 \times \text{Rp. } 1.732.083,64 \times 30,510$$

$$= \text{Rp. } 41.748.238,80$$

2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan : 30,510 m³

Biaya bahan dan upah : Rp. 1.732.083,64

Total *normal cost* upah pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari :

$$\begin{aligned}
 &= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\
 &= 0,21 \times \text{Rp. } 1.732.083,64 \times 30,510 \\
 &= \text{Rp. } 11.097.633,10
 \end{aligned}$$

c. Contoh perhitungan pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 482,6 Ton

Biaya bahan dan upah : Rp. 917.227,67

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) :

$$\begin{aligned}
 &= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\
 &= 0,79 \times \text{Rp. } 917.227,67 \times 482,6 \\
 &= \text{Rp. } 349.696.718,00
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan : 482,6 Ton

Biaya bahan dan upah : Rp. 917.227,67

Total *normal cost* upah pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) :

$$\begin{aligned}
 &= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\
 &= 0,21 \times \text{Rp. } 917.227,67 \times 482,6 \\
 &= \text{Rp. } 92.957.355,40
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung *normal cost* bahan dan upah pekerjaan yang lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti analisis diatas, dengan begitu akan didapat nilai total dari *normal cost* bahan dan upah. Pada penelitian ini dari keseluruhan pekerjaan didapat nilai total dari *normal cost* bahan sebesar Rp. 438.834.833,70 dan nilai total *normal cost* upah didapat sebesar Rp. 116.654.297,60 kedua komponen ini termasuk kedalam biaya langsung (*direct cost*).

5.4 Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja

Setelah mengetahui pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis, maka selanjutnya dapat melakukan analisis percepatan pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis tersebut. Sebelum melakukan percepatan, terlebih dahulu harus melakukan analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan normal dengan berdasarkan nilai koefisien yang ada pada Analisis Harga Satuan proyek dengan menggunakan *microsoft excel 2010*.

5.4.1 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pasangan Batu

Analisis kebutuhan tenaga kerja (*resource*) pada pekerjaan pasangan Batu dengan durasi 10 hari.

1. Data yang dibutuhkan

a. Volume pekerjaan : 100 m³

b. Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 0,100

Tukang batu = 0,100

Kepala tukang = 0,010

Mandor = 0,005

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

c. Durasi pekerjaan : 10 hari

d. Upah Pekerja = Rp.85.715,00

Tukang batu = Rp. 125.000,00

Kepala Tukang = Rp. 226.000,00

Mandor = Rp. 132.000,00

(Harga upah pekerja didapatkan dari harga satuan proyek)

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 100 \times 0,100$$

$$= 10$$

$$= 10 \text{ orang}$$

b. Jumlah tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 100 \times 0,100$$

$$= 10$$

$$= 10 \text{ orang}$$

c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 100 \times 0,010$$

$$= 1$$

$$= 1 \text{ orang}$$

d. Jumlah mandor yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 100 \times 0,005$$

$$= 0,5$$

$$= 1 \text{ orang}$$

3. Harga upah pekerjaan

a. Jumlah harga upah pekerja = Jumlah pekerja x upah

$$= 10 \times \text{Rp. } 85.715,00$$

$$= \text{Rp. } 857.150,00$$

b. Jumlah harga upah tukang = jumlah pekerja x upah

$$= 10 \times \text{Rp. } 125.000,00$$

$$= \text{Rp. } 1.250.000,00$$

c. Jumlah harga upah kepala tukang = jumlah pekerja x upah

- = 1 x Rp. 226.000,00
 = Rp. 226.000,00
- d. Jumlah harga upah mandor = jumlah pekerja x upah
 = 1 x Rp. 132.000,00
 = Rp. 132.000,00

5.4.2 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

Analisis kebutuhan tenaga kerja (*resource*) pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari.

1. Data yang dibutuhkan

- a. Volume pekerjaan : 30,510 m³
- b. Koefisien tenaga kerja Pekerja = 0,200
 Tukang = 0,100
 KepalaTukang = 0,010
 Mandor = 0,010

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

- c. Durasi pekerjaan : 15 hari
- d. Upah

- Pekerja = Rp. 85.715,00
 Tukang = Rp. 125.000,00
 Kepala Tukang = Rp. 226.000,00
 Mandor = Rp. 132.000,00

(Harga upah pekerja didapatkan dari harga satuan proyek)

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $30,510 \times 0,200$
 = 6,102
 = 7 orang

b. Jumlah tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $30,510 \times 0,100$
 = 3,051
 = 4 orang

c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $30,510 \times 0,010$
 = 0,305
 = 1 orang

d. Jumlah mandor yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $30,510 \times 0,010$
 = 0,305
 = 1 orang

3. Harga upah pekerjaan

a. Jumlah harga upah pekerja = jumlah pekerja x upah
 = $7 \times \text{Rp. } 85.715,00$
 = Rp. 600.005,00

b. Jumlah harga upah tukang = jumlah pekerja x upah
 = $4 \times \text{Rp. } 125.000,00$

- = Rp. 500.000,00
- c. Jumlah harga upah kepala tukang = jumlah pekerja x upah
= 1 x Rp. 226.000,00
= Rp. 226.000,00
- d. Jumlah harga upah mandor = jumlah pekerja x upah
= 1 x Rp. 132.000,00
= Rp. 132.000,00

5.4.3 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

Analisis kebutuhan tenaga kerja (*resource*) pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

1. Data yang dibutuhkan

- a. Volume pekerjaan : 482,7 Ton
- b. Koefisien tenaga kerja
- | | |
|---------------|----------|
| Pekerja | = 0,2008 |
| Tukang | = 0,2008 |
| Kepala Tukang | = 0,0208 |
| Mandor | = 0,0208 |

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

- c. Durasi pekerjaan : 15 hari
- d. Upah
- | | |
|---------------|------------------|
| Pekerja | = Rp. 85.715,00 |
| Tukang | = Rp. 125.000,00 |
| Kepala Tukang | = Rp. 226.000,00 |
| Mandor | = Rp. 132.000,00 |

(Harga upah pekerja didapatkan dari harga satuan proyek)

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 482,6 \times 0,2008$$

$$= 96,906$$

$$= 97 \text{ orang}$$

b. Jumlah tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 482,6 \times 0,2008$$

$$= 96,906$$

$$= 97 \text{ orang}$$

c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 482,6 \times 0,0208$$

$$= 10,038$$

$$= 10 \text{ orang}$$

d. Jumlah mandor yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 482,6 \times 0,0208$$

$$= 10,038$$

$$= 10 \text{ orang}$$

3. Harga upah pekerjaan

a. Jumlah harga upah pekerja = jumlah pekerja x upah

$$= 97 \times \text{Rp. } 85.715,00$$

$$= \text{Rp. } 8.314.355,00$$

b. Jumlah harga upah tukang = jumlah pekerja x upah

- = 97 x Rp. 125.000,00
= Rp. 12.125.000,00
- c. Jumlah harga upah kepala tukang = jumlah pekerja x upah
= 10 x Rp. 226.000,00
= Rp. 2.260.000,00
- d. Jumlah harga upah mandor = jumlah pekerja x upah
= 10 x Rp. 132.000,00
= Rp. 1.320.000,00

5.5 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja (*Resource*)

5.5.1 Menentukan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Produktivitas tenaga kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai koefisien dari tenaga kerja tersebut. Produktivitas tenaga kerja dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Produktivitas tenagakerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

(sumber : Utiarahman dan Hinelyo,2013).

1. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan pasangan Batu

Koefisien tenaga

kerja Pekerja = 0,100

Tukang batu = 0,100

Kepala tukang = 0,010

Mandor = 0,005

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Tukang Batu} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,005} = 200,000 \text{ m/hari}$$

2. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,200$$

$$\text{Tukang} = 0,100$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,010$$

$$\text{Mandor} = 0,010$$

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,200} = 5,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,2008$$

$$\text{Tukang} = 0,2008$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,0201$$

$$\text{Mandor} = 0,0201$$

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,2008} = 4,980 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1}{0,2008} = 4,980 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1}{0,0201} = 49,751 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,02001} = 49,751 \text{ ton/hari}$$

Tabel 5.4 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

	Produktivitas tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
pekerjaan pasangan Batu (m ³ /hari)	10,000	10,000	100,000	200,000
pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 hari dan Kurang dari 7 hari	5,000	10,000	100,000	100,000
Laston Lapis Aus (AC-WC) (m ³ /hari)	4,980	4,980	49,751	49,751

5.5.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai produktivitas tenaga kerja ialah mencari jumlah tenaga kerja per hari. Jumlah tenaga kerja per hari dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{Durasi pekerjaan}}$$

(sumber : Utiahman dan Hinely, 2013)

1. Jumlah tenaga kerja per hari pada pekerjaan pemasangan Batu

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 100 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= 10 \text{ hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{100}{10,000 \times 10} = 1,00 \text{ OH} \\ \text{Tukang batu} &= \frac{100}{10,000 \times 10} = 1,00 \text{ OH} \\ \text{Kepala Tukang} &= \frac{100}{10,000 \times 10} = 0,10 \text{ OH} \\ \text{Mandor} &= \frac{100}{200,000 \times 10} = 0,050 \text{ OH} \end{aligned}$$

2. Jumlah tenaga kerja per hari pada pekerjaan Perkerasan Beton
Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari
dan Kurang dari 7 Hari

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 30,510 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= 15 \text{ hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{30,510}{5,000 \times 15} = 4,068 \text{ OH} \\ \text{Tukang batu} &= \frac{30,510}{10,000 \times 15} = 2,034 \text{ OH} \\ \text{Kepala Tukang} &= \frac{30,510}{10,000 \times 15} = 0,203 \text{ OH} \\ \text{Mandor} &= \frac{30,510}{100,000 \times 15} = 0,203 \text{ OH} \end{aligned}$$

3. Jumlah tenaga kerja per hari pada pekerjaan Laston

$$\begin{aligned} \text{Lapis Aus (AC-WC) Volume} &= 482,6 \text{ Ton} \\ \text{Durasi} &= 15 \text{ hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{482,6}{4,980 \times 15} = 6,461 \text{ OH} \\ \text{Tukang} &= \frac{482,6}{4,980 \times 15} = 6,461 \text{ OH} \\ \text{Kepala Tukang} &= \frac{482,6}{49.751 \times 15} = 0,647 \text{ OH} \end{aligned}$$

$$\text{Mandor} = \frac{482,6}{49,751 \times 15} = 0,647 \text{ OH}$$

Tabel 5.5 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja

	Jumlah tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan Pasangan Batu (OH)	1,000	1,000	0,100	0,050
pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari. (OH)	4,068	2,034	0,203	0,203
Laston Lapis Aus (AC-WC) (OH)	6,461	6,461	0,647	0,647

(Sumber : Analisa data Ms.Excel)

5.5.3 Menghitung Upah Per Hari Tenaga Kerja Pekerjaan Normal

Untuk menghitung upah per hari tenaga kerja pada pekerjaan normal, maka digunakan jumlah tukang pada pekerjaan normal. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Harga upah} = \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Harga satuan tenaga kerja}$$

1. Harga upah per hari pada pekerjaan pemasangan batu

$$\text{Pekerja} = 1,00 \times \text{Rp. } 85.715,00 = \text{Rp. } 85.715,00$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 1,00 \times \text{Rp.}125.000,00 = \text{Rp.} 125.000,00 \\ \text{Kepala} &= 0,10 \times \text{Rp.}226.000,00 = \text{Rp.} 22.600,00 \\ \text{Mandor} &= 0,05 \times \text{Rp.}132.000,00 = \text{Rp.} 6.600,00 \end{aligned}$$

2. Harga upah per hari pada pekerjaan perkerasan Beton Semen Untuk pembukaan lalu lintas umur Beton lebih dari 3 hari dan kurang dari 7 Hari

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4,068 \times \text{Rp.} 85.715,00 = \text{Rp.} 348.688,00 \\ \text{Tukang} &= 2,034 \times \text{Rp.} 125.000,00 = \text{Rp.} 254.250,00 \\ \text{Kepala} &= 0,203 \times \text{Rp.} 226.000,00 = \text{Rp.} 45.878,00 \\ \text{Mandor} &= 0,203 \times \text{Rp.} 132.000,00 = \text{Rp.} 26.794,00 \end{aligned}$$

3. Harga upah per hari pada pekerjaan Laston lapis Aus (AC-WC)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 6,461 \times \text{Rp.}85.715,00 = \text{Rp.} 553.805,00 \\ \text{Tukang} &= 6,461 \times \text{Rp.} 125.000,00 = \text{Rp.} 807.625,00 \\ \text{Kepala} &= 0,647 \times \text{Rp.} 226.000,00 = \text{Rp.} 146.222,00 \\ \text{Mandor} &= 0,647 \times \text{Rp.}132.000,00 = \text{Rp.} 85.404,00 \end{aligned}$$

Tabel 5.6 Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari Normal

	Upah tenaga kerja normal			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan Pasangan Batu	Rp.85.715	Rp. 125.000	Rp. 22.600	Rp. 6.600
Pekerjaan perkerasan beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton lebih dari 3 hari dan kurang dari 7 hari	Rp.348.688	Rp. 254.250	Rp. 45.878	Rp. 26.796
Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp.553.805	Rp. 807.625	Rp. 146.222	Rp. 85.404

(Sumber : Analisa data Ms. Excel)

5.6 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Pada penelitian ini akan dilakukan proses percepatan (*crashing*) dengan menggunakan dua alternatif, yaitu penambahan jam kerja empat jam dan sistem *shift*. Dari kedua hasil yang didapat akan dibandingkan dengan biaya dan durasi proyek pada keadaan normal.

5.6.1 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan empat Jam Kerja

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah 8 jam/hari. Sehingga untuk selanjutnya akan dihitung durasi *crashing* menambah jam kerja empat jam per hari dengan mempertimbangkan penurunan produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur.

Tabel 5.7 Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja (Per jam)	Presentase Penurunan Prestasi Kerja (%)	Koefisien Produktivitas
A	B	C = a*b	D	E = 100%-d
Ke – 1	0,1	0,1	10	0,9
Ke – 2	0,1	0,2	20	0,8
Ke – 3	0,1	0,3	30	0,7
Ke – 4	0,1	0,4	40	0,6

(berdasarkan grafik indikasi penurunan produktivitas pada gambar 3.3)

1. Menentukan produktivitas tenaga kerja setelah ditambahkan empat jam kerja Pada proyek digunakan jam kerja per harinya ialah 8 jam/hari. Maka dapat dicari produktivitas per jamnya dengan menggunakan rumus

$$\text{Produktivitas Per Jam} = \frac{\text{Kapasitas kerja per hari}}{\text{Durasi jam kerja normal}}$$

Produktivitas Tenaga Kerja lembur = (kap./hari + (jam lembur * kap./jam *koef.))

$$\begin{aligned} \text{Durasi kerja normal} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Durasi kerja lembur} &= 4 \text{ jam} \\ \text{Total jam kerja} &= \frac{4 \text{ jam}}{12 \text{ Jam}} + \end{aligned}$$

a. Pekerjaan pasangan Batu

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{10,000}{8} = 1,250 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (10,000 + (4*1,250*0,6)) \\ &= 13,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{10,000}{8} = 1,250 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (10,000 + (4*1,250*0,6)) \\ &= 13,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{100,000}{8} = 12,500 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (100,000 + (4*12,500*0,6)) \\ &= 130,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{200,000}{8} = 25,000 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (200,000 + (4*25,000*0,6)) \\ &= 260,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas
Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{5,000}{8} = 0,625 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (5,000 + (4*0,625*0,6)) \\ &= 5,001 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{10,000}{8} = 1,250 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (10,000 + (4 * 1,250 * 0,6)) \\ &= 13,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{100,000}{8} = 12,500 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (100,000 + (4 * 12,500 * 0,6)) \\ &= 130,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{100,000}{8} = 12,500 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (100,000 + (4 * 12,500 * 0,6)) \\ &= 130,000 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

c. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{4,980}{8} = 0,622 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (4,980 + (4 * 0,622 * 0,6)) \\ &= 6,472 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{4,980}{8} = 0,622 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (4,980 + (4 * 0,622 * 0,6)) \\ &= 6,472 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{49,751}{8} = 6,218 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (49,751 + (4 * 6,218 * 0,6)) \\ &= 64,674 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Produktivitas per jam} = \frac{49,751}{8} = 6,218 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} = (49,751 + (4 * 6,218 * 0,6)) \\ &= 64,674 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$= \text{Produktivitas 12 jam} = (49,571 + (4 \cdot 6,218 \cdot 0,6))$$

$$= 64,674 \text{ m/hari}$$

Tabel 5.8 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Lembur

	Produktivitas Tenaga Kerja Jam Lembur			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan Pasangan Batu	13,000	13,000	130,000	260,000
Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari.	5,001	13,000	130,000	130,000
Laston Lapis Aus (AC-WC)	6,474	6,474	64,674	64,674

(Sumber : Analisa data Ms. Excel)

2. Menentukan durasi setelah ditambah jam lembur empat jam

Setelah mendapatkan nilai produktivitas tenaga kerja jam lembur, maka selanjutnya dapat mencari durasi pekerjaan setelah dipercepat. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Durasi pekerjaan crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja 12 jam} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

a. Pekerjaan pasangan Batu

$$\text{Pekerja} = \frac{100}{13,000 \times 1,00} = 7,692 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{100}{13,000 \times 1,00} = 7,692 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{100}{130,000 \times 0,10} = 7,692 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{100}{260,000 \times 0,050} = 7,692 \text{ hari}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 8 hari.

b. Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas

Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

$$\text{Pekerja} = \frac{30,510}{5,001 \times 4,068} = 15,000 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{30,510}{13,000 \times 2,304} = 11,538 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{30,510}{130,000 \times 0,203} = 11,538 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{30,510}{130,000 \times 0,203} = 11,538 \text{ hari}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 13 hari.

c. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

$$\text{Pekerja} = \frac{482,6}{6,474 \times 6,461} = 11,537 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{482,6}{6,474 \times 6,461} = 11,537 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{482,6}{64,674 \times 6,647} = 11,537 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{30,510}{64,674 \times 0,647} = 11,537 \text{ hari}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 12 hari.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Durasi Setelah Ditambah Empat Jam Kerja

	Durasi Pekerjaan (hari)			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan pemasangan Batu	7,692	7,692	7,692	7,692
Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 hari dan Kurang dari 7 hari	15,000	11,538	11,538	11,538
Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)	11,537	11,537	11,537	11,537

(Sumber : Analisa data Ms. Excel)

3. Menentukan biaya tambahan dan upah total tenaga kerja

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan dipercepat, maka dapat dihitung berapa biaya tambahan akibat penambahan jam kerja dengan menggunakan rumus yang berdasarkan ketentuan yang tertulis dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang upah jam kerja lembur. Rumus tersebut ialah sebagai berikut :

Penambahan upah jam lembur ke 1 = $1,5 \times \frac{1}{173}$ x upah normal x hari kerja sebulan

Penambahan upah jam lembur ke 2 dst = $2 \times \frac{1}{173}$ x upah normal x hari kerja sebulan

a. Pekerjaan pasangan Batu

1) Upah normal

Pekerja = Rp. 85.715,00

Tukang batu = Rp.125.000,00

Kepala tukang = Rp. 226.000,00

Mandor = Rp.132.000,00

2) Upah lembur jam ke 1

Pekerja = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 17.836,00$

Tukang batu = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 26.011,00$

Kepala tukang = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 47.028,00$

Mandor = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 27.468,00$

3) Upah lembur jam ke 2

Pekerja = $2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$

Tukang batu = $2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$

Kepala tukang = $2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$

Mandor = $2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$

4) Upah lembur jam ke 3

Pekerja = $2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$

Tukang batu = $2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$

Kepala tukang = $2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$

Mandor = $2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$

5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$$

$$\text{Tukang batu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 85.715,00 + 17.836 + 23.782 + 23.782 + 23.782 \\ &= \text{Rp. } 174.897,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 125.000,00 + 26.011 + 34.682 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 255.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 226.000,00 + 47.028 + 62.705 + 62.705 + 62.705 \\ &= \text{Rp. } 461.143,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 132.000,00 + 27.468 + 36.624 + 36.624 + 36.624 \\ &= \text{Rp. } 269.340,00 \end{aligned}$$

7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 174.897 \times 8 \times 1,00 = \text{Rp. } 1.399.176,00$$

$$\text{Tukang batu} = 255.057 \times 8 \times 1,00 = \text{Rp. } 2.040.456,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 461.143 \times 8 \times 0,10 = \text{Rp. } 368.915,00$$

$$\text{Mandor} = 269.340 \times 8 \times 0,05 = \text{Rp. } 107.736,00$$

Total upah pekerjaan pemasangan batu = Rp. 3,916.300,00

8) *Cost Slope*

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{3.916.300 - 1.919.320}{10 - 8} = \text{Rp. } 1.996.980,00$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} &= \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash}) \\ &= 1.996.980,00 \times (10 - 8) \\ &= \text{Rp. } 3.993.960,00 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Perkerasan Beton Semen Untuk Pembukaan Lalu Lintas
Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari

1) Upah normal

Pekerja = Rp. 85.715,00

Tukang batu = Rp. 125.000,00

Kepala tukang = Rp. 226.000,00

Mandor = Rp. 132.000,00

2) Upah lembur jam ke 1

Pekerja = $1,5 + \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 17.836,00$

Tukang batu = $1,5 + \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 26.011,00$

Kepala Tukang = $1,5 + \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 47.028,00$

Mandor = $1,5 + \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 27.468,00$

3) Upah lembur jam ke 2

Pekerja = $2 + \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$

Tukang batu = $2 + \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$

Kepala Tukang = $2 + \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$

$$\text{Mandor} = 2 + \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

4) Upah lembur jam ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 + \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$$

$$\text{Tukang batu} = 2 + \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 + \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Mandor} = 2 + \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 + \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$$

$$\text{Tukang batu} = 2 + \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 + \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Mandor} = 2 + \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 85.715,00 + 17.836 + 23.782 + 23.782 + 23.782 \\ &= \text{Rp. } 174.897,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 125.000,00 + 26.011 + 34.682 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 255.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 226.000,00 + 47.028 + 62.705 + 62.705 + 62.705 \\ &= \text{Rp. } 461.143,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 132.000,00 + 27.468 + 36.624 + 36.624 + 36.624 \\ &= \text{Rp. } 269.340,00 \end{aligned}$$

7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 174.897,00 \times 13 \times 4,068 = \text{Rp. } 9.249.252,00$$

$$\text{Tukang batu} = 255.057,00 \times 13 \times 2,034 = \text{Rp. } 6.744.217,00$$

Kepala tukang = $461.143,00 \times 13 \times 0,203 = \text{Rp. } 1.216.956,00$

Mandor = $269.340,00 \times 13 \times 0,203 = \text{Rp. } 710.788,00$

Total upah pekerjaan Perkerasan Beton = $\text{Rp. } 17.921.213,00,00$

8) *Cost Slope*

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{17.921.213 - 8.782.956}{15 - 13} \times = \text{Rp. } 9.138.257,00$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} &= \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash}) \\ &= 9.138.257 \times (15 - 13) \\ &= \text{Rp. } 18.276.514,00 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

1) Upah normal

Pekerja = $\text{Rp. } 85.715,00$

Tukang Hampar = $\text{Rp. } 125.000,00$

Kepala Tukang = $\text{Rp. } 226.000,00$

Mandor = $\text{Rp. } 132.000,00$

2) Upah lembur jam

Pekerja = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 17.836,00$

Tukang = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 26.011,00$

KepalaTukan = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 47.028,00$

Mandor = $1,5 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 27.468,00$

3) Upah lembur jam ke 2

Pekerja = $2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$

$$\text{Tukang Hampar} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

4) Upah lembur jam ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$$

$$\text{Tukang Hampar} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 85.715,00 \times 24 = \text{Rp. } 23.782,00$$

$$\text{Tukang Hampar} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 226.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 62.705,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 132.000,00 \times 24 = \text{Rp. } 36.624,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 85.715,00 + 17.836 + 23.782 + 23.782 + 23.782 \\ &= \text{Rp. } 174.897,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 125.000,00 + 12.486 + 16.647 + 16.647 + 16.647 \\ &= \text{Rp. } 255.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 226.000,00 + 14.566 + 19.422 + 19.422 + 19.422 \\ &= \text{Rp. } 461.143,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 132.000,00 + 16.647 + 22.197 + 22.197 + 22.197 \\ &= \text{Rp. } 269.340,00 \end{aligned}$$

7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 174.897,00 \times 12 \times 6,461 = \text{Rp. } 13.560.114,00$$

$$\text{Tukang Hampar} = 255.057,00 \times 12 \times 6,461 = \text{Rp. } 19.775.079,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 461.143,00 \times 12 \times 0,647 = \text{Rp. } 3.580.314,00$$

$$\text{Mandor} = 269.340,00 \times 12 \times 0,647 = \text{Rp. } 2.091.155,00$$

$$\text{Total upah pekerjaan lantai kerja} = \text{Rp. } 39.006.662,00$$

8) *Cost Slope*

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{39.006.662 - 19.116.672}{15 - 12} = \text{Rp. } 19.889.990,0$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} &= \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash}) \\ &= 19.889.990,00 \times (15 - 12) \\ &= \text{Rp. } 59.669.970,00 \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Rekapitulasi Upah Total Tenaga Kerja Ditambah empat jam Kerja

	Upah total tenaga kerja ditambah empat jam kerja	<i>Cost Slope</i> total
Pekerjaan pasangan Batu	Rp. 3.916.300,00	Rp. 3.993.960,00
Pekerjaan Perkerasan Beton	Rp. 17.921.213,00	Rp. 18.276.514,00

Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari		
Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp. 39.006.662,00	Rp. 59.669.970,00

(Sumber : Analisa data Ms. Excel)

5.6.2 Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem *Shift* Kerja

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah delapan jam/hari. Dalam penelitian ini koefisien produktivitas tenaga kerja pada sistem *shift* diambil angka 11% dari 11%-17% (Hanna,2008) dan upah tenaga kerja *shift* malam akan ditambah 15 % dari upah normal.

1. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Pasangan Batu
 - a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan sistem *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr –(prod. kerja/hr * 11%)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 10,000,00 + (10,000 - (10,000 * 11\%)) \\ &= 18,900 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 10,000,00 + (10,000 - (10,000 * 11\%)) \\ &= 18,900 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100,000,00 + (100,000 - (100,000 * 11\%)) \\ &= 189,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 200,000,00 + (200,000 - (200,000 * 11\%)) \\ &= 378,000 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja

$$\text{Durasi pekerjaan } \textit{crashing} = \frac{\textit{Volume pekerjaan}}{\textit{prod. tenaga kerja shift} \times \textit{jumlah tenaga kerja}}$$

Pekerja	=	$\frac{100}{18,900 \times 1,00}$	= 5,291 hari
Tukang batu	=	$\frac{100}{18,900 \times 1,00}$	= 5,291 hari
Kepala tukang	=	$\frac{100}{189,000 \times 0,10}$	= 5,291 hari
Mandor	=	$\frac{100}{378,000 \times 0,05}$	= 5,291 hari

Maka, didapat durasi *crashing* selama 6 hari

c. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

a) Upah Shift pagi

Pekerja	=	Rp. 85.715,00
Tukang batu	=	Rp.125.000,00
Kepala tukang	=	Rp. 226.000,00
Mandor	=	Rp. 132.000,00

b) Upah Shift malam

((15% * upah per hari) + gaji pekerja per hari)

Pekerja	=	$(15\% * \text{Rp. } 85.715,00) + \text{Rp. } 85.715,00$
	=	Rp. 98.572,00
Tukang batu	=	$(15\% * \text{Rp. } 125.000,00) + \text{Rp. } 125.000,00$
	=	Rp. 143.750,00
Kepala tukang	=	$(15\% * \text{Rp. } 226.000,00) + \text{Rp. } 226.000,00$
	=	Rp. 259.900,00

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 132.000,00) + \text{Rp. } 132.000,00 \\ &= \text{Rp. } 151.800,00\end{aligned}$$

c) Total upah tenaga kerja

((upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\begin{aligned}\text{Pekerja} &= (85.715,00 + 98.572) \times 6 \times 1,00 \\ &= \text{Rp. } 1.105.723,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang batu} &= (125.000,00 + 143.750) \times 6 \times 1,00 \\ &= \text{Rp. } 1.612.500,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kepala tukang} &= (226.000,00 + 259.900) \times 6 \times 0,10 \\ &= \text{Rp. } 291.540,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= (132.000,00 + 151.800,00) \times 6 \times 0,05 \\ &= \text{Rp. } 85.140,00\end{aligned}$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp. } 3.094.903,00$$

d) Cost Slope

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{3.094.903 - 1.919.320}{10 - 8} = \text{Rp. } 1.175.583,00$$

$$\begin{aligned}\text{Cost slope total} &= \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash}) \\ &= 1.175.583,00 \times (10 - 6) \\ &= \text{Rp. } 4.702.332,00\end{aligned}$$

2. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Perkerasan Beton Semen Untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih Dari 3 Hari dan Kurang Dari 7 hari

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr –(prod. kerja/hr * 11%)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 5,000 + (5,000 - (5,000 * 11\%)) \\ &= 9,450 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 10,000 + (10,000 - (10,000 * 11\%)) \\ &= 18,900 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100,000 + (100,000 - (100,000 * 11\%)) \\ &= 189,000 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 100,000 + (100,000 - (100,000 * 11\%)) \\ &= 189,000 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja

$$\text{Durasi pekerjaan } \textit{crashing} = \frac{\textit{Volume pekerjaan}}{\textit{kapasitas kerja shift x jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{30,510}{9,450 \times 4,068} = 7,936 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{30,510}{18,900 \times 0,203} = 7,936 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{30,510}{189,00 \times 0,203} = 7,936 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{30,510}{189,000 \times 0,203} = 7,936 \text{ hari}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama 8 hari

c. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

a) Upah Shift pagi

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 85.715,00$$

$$\text{Tukang batu} = \text{Rp. } 125,000.00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp. } 226,000.00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 132.000,00$$

b) Upah Shift malam

((15% * upah per hari) + gaji pekerja per hari)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (15\% * \text{Rp. } 85.715,00) + \text{Rp. } 85.715,00 \\ &= \text{Rp. } 98.572,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000,00) + \text{Rp. } 125.000,00 \\ &= \text{Rp. } 143.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 226.000,00) + \text{Rp. } 226.000,00 \\ &= \text{Rp. } 259.900,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 132.000,00) + \text{Rp. } 132.000,00 \\ &= \text{Rp. } 151.800,00 \end{aligned}$$

c) Total upah tenaga kerja

((upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (85.715,00 + 98.572) \times 8 \times 4,068 \\ &= \text{Rp. } 5.997.436,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= (125.000+ 143.750) \times 8 \times 2,034 \\ &= \text{Rp. } 2.542.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= (226.000+ 259.900) \times 8 \times 0,203 \\ &= \text{Rp. } 467.955,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (132.000+ 151.800) \times 8 \times 0,203 \\ &= \text{Rp. } 273.319,00 \end{aligned}$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp. } 9.281.210,00$$

d) Cost Slope

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{9.281.210 - 8.782.950}{15-8} = \text{Rp. } 498.260$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} &= \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \\ &\quad \text{durasi crash}) \\ &= 498.260,00 \times (15 - 8) \\ &= \text{Rp. } 3.487.820,00 \end{aligned}$$

3. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

a. Menentukan Produktivitas Tenaga kerja dengan *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr –(prod. kerja/hr * 11%)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4,980 + (4,980 - (4,980 * 11\%)) \\ &= 9,412 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Hampar} &= 4,980 + (4,980 - (4,980 * 11\%)) \\ &= 9,412 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 49,751 + (49,751 - (49,751 * 11\%)) \\ &= 94,029 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 49,751 + (49,751 - (49,751 * 11\%)) \\ &= 94,029 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja

$$\text{Durasi pekerjaan crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod. tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{482,6}{9,412 \times 6,461} = 7,936 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang hampar} = \frac{482,6}{9,412 \times 6,461} = 7,936 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \frac{482,6}{94,029 \times 0,647} = 7,936 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{482,6}{94,029 \times 0,647} = 7,936 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama 8 hari

c. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

a) Upah Shift pagi

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp. } 85.715,00 \\ \text{Tukang hampar} &= \text{Rp. } 125.000,00 \\ \text{Kepala tukang} &= \text{Rp. } 226.000,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp. } 132.000,00 \end{aligned}$$

b) Upah Shift malam

((15% * upah per hari) + gaji pekerja per hari)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (15\% * \text{Rp. } 85.715,00) + \text{Rp. } 85.715,00 \\ &= \text{Rp. } 98.572,00 \\ \text{Tukang hampar} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000,00) + \text{Rp. } 125.000,00 \\ &= \text{Rp. } 143.750,00 \\ \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 226.000,00) + \text{Rp. } 226.000,00 \\ &= \text{Rp. } 259.900,00 \\ \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 132.000,00) + \text{Rp. } 132.000,00 \\ &= \text{Rp. } 151.800,00 \end{aligned}$$

c) Total upah tenaga kerja

(upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi itrem
pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = (85.715,00 + 98.572,00) \times 8 \times 6,461$$

$$= \text{Rp. } 9.525.426,00$$

$$\text{Tukang hampar} = (125.000,00 + 143.750,00) \times 8 \times 6,461$$

$$= \text{Rp. } 13.891.150,00$$

$$\text{Kepala tukang} = (226.000,00 + 259.900,00) \times 8 \times 0,647$$

$$= \text{Rp. } 2.515.018,00$$

$$\text{Mandor} = (132.000,00 + 151.800,00) \times 8 \times 0,647$$

$$= \text{Rp. } 854.040,00$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp. } 26.785.634,00$$

d) Cost Slope

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{26.785.634 - 19.116.672}{15 - 8} = \text{Rp. } 7.668.962,00$$

$$\text{Cost slope total} = \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash})$$

$$= 7.668.962 \times (15 - 8)$$

$$= \text{Rp. } 53.682.734,00$$

Tabel 5.11 Rekapitulasi Total Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem *Shift*

	Upah total tenaga kerja dengan sistem <i>shift</i>	<i>Cost Slope</i> total
Pekerjaan pasangan Batu	Rp. 3.094.903,00	Rp. 4.702.332,00
Pekerjaan Perkerasan Beton Semen untuk Pembukaan Lalu Lintas Umur Beton Lebih dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari	Rp. 9.281.210,00	Rp. 3.487.820,00

Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp. 26.785.634,00	Rp. 53.682.734,00
---------------------------------------	-------------------	-------------------

(Sumber : Analisa data Ms. Excel)

5.7 Analisis Biaya Langsung Dan Biaya Tidak Langsung

Setelah proses analisis percepatan selesai dan sudah mendapatkan durasi percepatannya, maka selanjutnya akan menghitung total dari biaya proyek pada kondisi normal dan pada kondisi sesudah percepatan. Biaya proyek tersebut terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Berikut perhitungan biaya total proyek.

5.7.1 Pada Kondisi Normal

Durasi normal = 215 hari

Rencana anggaran biaya = Rp. 341.653.155.500,00

Biaya tidak langsung disini terdiri dari biaya *overhead*. Maka selanjutnya akan mencari biaya *overhead* dan *profit*, biaya *overhead* dan *profit* itu sendiri merupakan biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti keuntungan, gaji, biaya listrik, operasional, dan lain-lain. Berdasarkan Perpres 70/2012 tentang keuntungan penyedia jasa adalah 0-15%. Sebelumnya pada perhitungan biaya normal didapat bobot biaya langsung sebesar 91 % dan bobot biaya tidak langsung sebesar 9% (6% *profit* dan 3% *overhead*). Karena *profit* dan biaya *overhead* merupakan bagian biaya tidak langsung, maka pada penelitian ini diambil nilai *profit* sebesar 6% dari total biaya proyek dan biaya *overhead* 3% dari total biaya proyek. Dari uraian diatas maka dapat dicari nilai *profit* dan biaya *overhead* dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{a. Profit} &= \text{Total biaya proyek} \times 6\% \\
 &= \text{Rp. } 341.653.155.500,00 \times 6\% \\
 &= \text{Rp. } 20.499.189.330,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } \textit{Biaya Overhead} &= \text{Total biaya proyek} \times 3\% \\
 &= \text{Rp. } 341.653.155.500,00 \times 3\% \\
 &= \text{Rp. } 10.249.594.665,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } \textit{Overhead per hari} &= \frac{\textit{biaya overhead}}{\textit{durasi normal}} \\
 &= \frac{\text{Rp.}10.249.594.665,00}{215} \\
 &= \text{Rp. } 47.672.533,00,00
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai *profit* dan biaya *overhead*, maka selanjutnya dapat menghitung biaya langsung dan biaya tidak langsung.

$$\begin{aligned}
 \text{d. } \textit{Direct cost} &= 91\% \times \text{Total biaya proyek} \\
 &= 91\% \times \text{Rp. } 341.653.155.500,00 \\
 &= \text{Rp. } 310.904.371.505,00 \\
 \text{e. } \textit{Indirect cost} &= \textit{Profit} + \textit{Biaya Overhead} \\
 &= \text{Rp.}20.499.189.330,00 + \text{Rp. } 10.249.594.665,00 \\
 &= \text{Rp. } 30.748.783.995,00 \\
 \text{f. } \text{Biaya total proyek} &= \textit{Direct cost} + \textit{Indirect cost} \\
 &= \text{Rp. } 310.094.371.505,00 + \text{Rp. } 30.748.783.995,00 \\
 &= \text{Rp. } 341.653.155.500,00
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan analisis biaya normal sebelumnya didapat nilai koefisien rata-rata untuk biaya bahan 0,79/79% dan biaya upah 0,21/21%. Maka dapat dihitung bobot biaya bahan dan biaya upah dalam biaya langsung (*Direct cost*) pada proyek.

$$\begin{aligned}
 \text{a. } \text{Biaya bahan} &= \textit{Direct cost} \times \text{koefisien bahan} \\
 &= \text{Rp. } 310.094.371.505,00 \times 79\% \\
 &= \text{Rp. } 269.905.992.845,00 \\
 \text{b. } \text{Biaya upah} &= \textit{Direct cost} \times \text{koefisien upah} \\
 &= \text{Rp. } 310.094.371.505,00 \times 21\% \\
 &= \text{Rp. } 71.747.162.655,00
 \end{aligned}$$

5.7.2 Pada Kondisi Dipercepat (*Crashing*)

Pekerjaan yang telah dipercepat akan memiliki durasi yang lebih cepat dari pada pekerjaan yang masih pada kondisi normal. Percepatan durasi pada penelitian ini memakai dua alternatif yaitu dengan menambah jam lembur yaitu empat jam lembur dan dengan menerapkan sistem *shift* kerja. Karena proses percepatan, maka upah yang akan dikeluarkan akan lebih banyak dari biaya normal sehingga biaya langsung (*direct cost*) meningkat. Sebaliknya karena durasi setelah percepatan menjadi lebih singkat, maka pengeluaran biaya tidak langsung (*indirect cost*) akan lebih kecil.

Pada perhitungan percepatan sebelumnya didapat biaya tambah (*cost slope*) sebesar Rp. 61.872.886,00 untuk alternatif percepatan dengan sistem *shift* dan Rp. 81.940.444,00 untuk alternatif penambahan jam lembur empat jam. Kemudian durasi proyek yang didapat setelah dilakukan percepatan adalah 197 hari untuk alternatif percepatan dengan sistem *shift* selisih 18 hari dari durasi normal dan 208 hari untuk alternatif penambahan jam lembur empat jam, selisih 7 hari dari durasi normal.

1. Biaya langsung (*direct cost*)
 - a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam

$$= \text{biaya langsung normal} + \text{cost slope jam lembur 4 jam}$$

$$= \text{Rp. } 310.904.371.505,00 + \text{Rp. } 81.940.444,00$$

$$= \text{Rp. } 310.986.311.949,00$$
 - b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*

$$= \text{biaya langsung normal} + \text{cost slope sistem shift}$$

$$= \text{Rp. } 310.904.371.505,00 + \text{Rp. } 61.872.886,00$$

$$= \text{Rp. } 310.966.244.391,00$$

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam

$$\begin{aligned}
 &= (\text{durasi } \textit{crashing} \times \textit{overhead} \text{ per hari}) + \textit{profit} \\
 &= (208 \times \text{Rp. } 47.672.533,00) + \text{Rp. } 20.499.189.330,00 \\
 &= \text{Rp. } 30.415.076.261,00
 \end{aligned}$$

b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*

$$\begin{aligned}
 &= (\text{durasi } \textit{crashing} \times \textit{overhead} \text{ per hari}) + \textit{profit} \\
 &= (197 \times \text{Rp. } 47.672.533,00) + \text{Rp. } 20.499.189.330,00 \\
 &= \text{Rp. } 29.890.678.395,00
 \end{aligned}$$

3. Total biaya proyek sesudah *crashing*

a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam

$$\begin{aligned}
 &= \textit{direct cost} + \textit{indirect cost} \\
 &= \text{Rp. } 310.986.311.949,00 + \text{Rp. } 30.415.076.261,00 \\
 &= \text{Rp. } 341.319.447.766,00
 \end{aligned}$$

b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*

$$\begin{aligned}
 &= \textit{direct cost} + \textit{indirect cost} \\
 &= \text{Rp. } 310.966.244.391,00 + \text{Rp. } 29.890.678.395,00 \\
 &= \text{Rp. } 340.795.049.900,00
 \end{aligned}$$

5.8 PEMBAHASAN

5.8.1 Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek

Percepatan dengan alternatif metode *shift* pada Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah didapat durasi percepatan sebesar 18 hari atau 8,37% lebih cepat dari durasi normal yaitu 215 hari kerja untuk pekerjaan seluruh proyek dengan biaya *cost slope* total sebesar Rp. 61.872.886,00. Maka dapat dikatakan bahwa dengan mempercepat durasi pekerjaan proyek, durasi pekerjaan proyek akan lebih cepat dari durasi pekerjaan proyek pada kondisi normal, tetapi proses percepatan durasi proyek akan berdampak pada perubahan biaya langsung yang akan bertambah. Sedangkan biaya tidak langsung akan menghasilkan biaya yang berbanding lurus dengan pengurangan durasi proyek, semakin cepat durasi proyek maka semakin sedikit biaya tidak langsung yang akan dikeluarkan.

Hasil dari proses percepatan menunjukkan bahwa percepatan dengan alternatif sistem *shift* menghasilkan durasi total lebih sedikit, yaitu 197 hari jika dibandingkan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam yaitu 208 hari. Hal tersebut dikarenakan produktivitas tenaga kerja pada alternatif sistem *shift* kerja lebih besar. Maka dalam hal efisiensi durasi waktu pekerjaan, percepatan dengan alternatif sistem *shift* kerja lebih unggul dibanding percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam. Namun dalam hal ini tentu ada keuntungan dan kerugian sendiri untuk menggunakan kedua alternatif tersebut, salah satunya untuk menggunakan metode sistem *shift* memiliki produktivitas pekerja yang lebih tinggi dari jam lembur. Karena pekerja pada *shift* malam adalah pekerja dengan tenaga yang baru, akan tetapi untuk memenuhi pekerja pada *shift* malam adalah hal yang tidak mudah karena keterbatasan sumber daya pekerja.

5.8.2 Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah direncanakan selesai dalam waktu 215 hari dengan rencana anggaran biaya

sebesar Rp. 341.653.155.500,00. Dengan melakukan percepatan durasi proyek terhadap pekerjaan yang berada pada jalur kritis, maka akan menambahkan pengeluaran biaya langsung (*direct cost*) proyek dan mempersingkat waktu penyelesaian proyek yang akan berdampak pada biaya tidak langsung (*indirect cost*) proyek.

Berikut tabel rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek yang sudah dipercepat dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam serta menerapkan sistem *shift* kerja

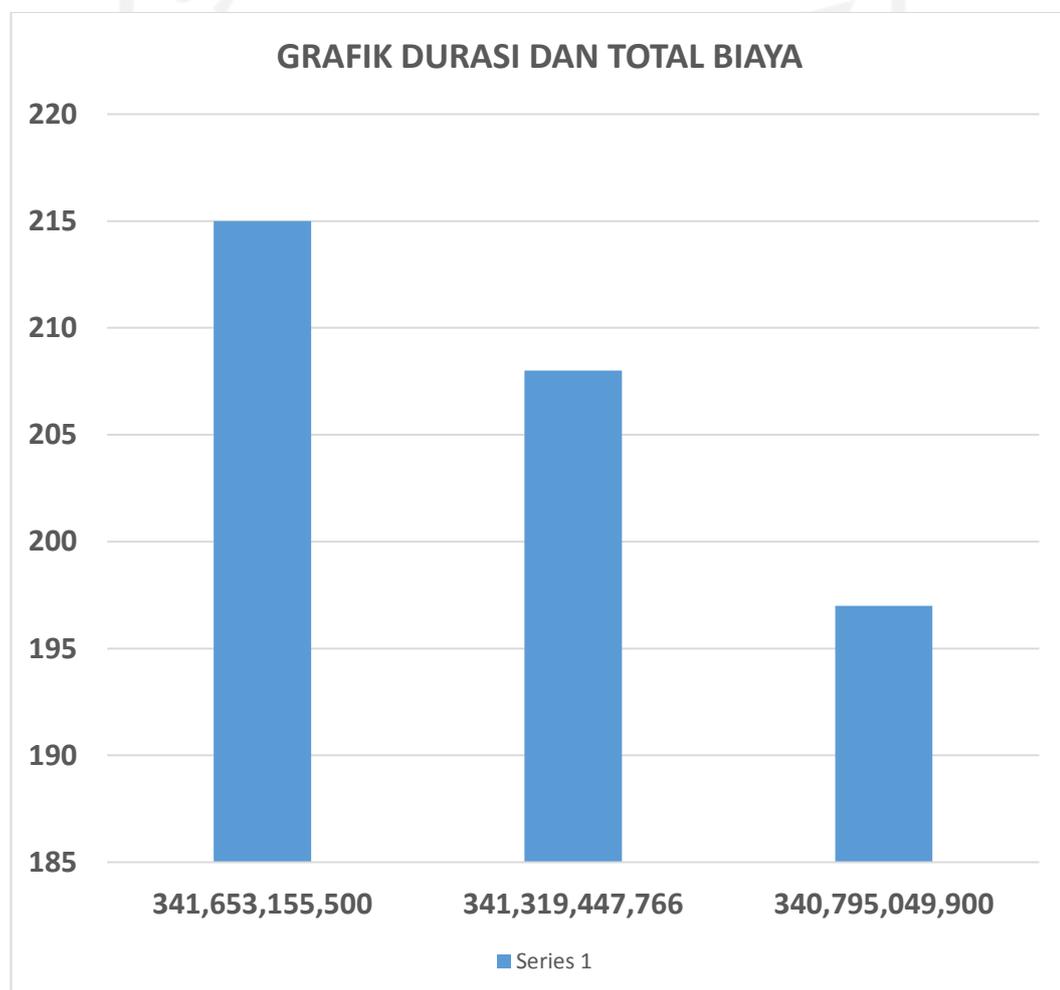
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

	Durasi (hari)	<i>Direct cost</i>	<i>Indirect cost</i>	Total biaya
Proyek kondisi normal	215	Rp. 310.904.371.505,00	Rp.30.748.783.995,00	Rp.341..653.155.500,00
<i>Crashing</i> dengan tambah jam kerja empat Jam	208	Rp. 310.986.311.949,00	Rp.30.415.076.261,00	Rp.341.319.447.766,00
<i>Crashing</i> dengan sitem <i>Shift</i>	197	Rp. 310.966.244.391,00	Rp.29.890.678.395,00	Rp.340.795.049.900,00

Dari hasil analisis *crash program* yang dilakukan dengan menambahkan jam kerja, ternyata durasi proyek dapat dipercepat menjadi 208 hari untuk *crashing* dengan menambah jam kerja empat jam atau lebih cepat sebesar 3,26% dari durasi awal 215 hari dan untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja durasi proyek dapat dipercepat menjadi 197 hari atau lebih cepat sebesar 8,37% dari durasi awal. Namun setelah dilakukan percepatan terbukti bahwa biaya langsung (*direct cost*) mengalami perubahan yang semula Rp. 310.904.371.505,00 menjadi Rp. 310.986.311.949,00 untuk *crashing* dengan menambah jam kerja empat jam dan Rp. 310.966.244.391,00 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja. Dengan terjadinya percepatan durasi

proyek, maka biaya tidak langsung (*indirect cost*) juga akan mengalami perubahan yang semula Rp. 30.748.783.995,00 menjadi Rp .30.415.076.261,00 untuk *crashing* dengan menambah jam kerja empat jam dan Rp.29.890.678.395,00 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja.

Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan antara durasi proyek normal dan durasi proyek sesudah *crashing*, serta total biaya proyek sebelum dan sesudah *crashing*.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab V, maka dalam penelitian ini dapat ditarik sebuah kesimpulan yang dapat menggambarkan hasil dari *crashing* terhadap pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang, Jawa Tengah dengan durasi pelaksanaan proyek 215 hari kerja. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja selama empat jam didapat sebesar Rp. 341.319.447.766,00 atau lebih murah 0,10% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 208 hari kerja atau lebih cepat 3,26 % dari durasi normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) didapat sebesar Rp. 340.795.049.900,00 atau lebih murah 0,25% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 197 hari atau lebih cepat 8,37% dari durasi normal.

Dari kesimpulan diatas dapat diambil kesimpulan kembali bahwa dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) durasi pekerjaan proyek lebih cepat jika dibandingkan dengan durasi proyek pada percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan total anggaran biaya proyek lebih murah jika dibandingkan dengan total anggaran biaya proyek sesudah percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam.

6.2 SARAN

Untuk Penelitian selanjutnya

- a. Penelitian ini hanya menganalisis waktu serta biaya pada pekerjaan struktur, maka penelitian ini akan lebih baik apabila dilakukan analisis waktu serta biaya pada seluruh item pekerjaan proyek (pekerjaan arsitektur dan pekerjaan mekanikal elektrik).
- b. Untuk objek penelitian tidak harus pada proyek pembangunan Kawasan Industri, pembangunan bendung, serta pembangunan yang lainnya.
- c. Metode percepatan yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan dua metode yaitu metode *crashing* dengan jam lembur dan metode *crashing* dengan sistem *shift* (*shift* pagi dan *shift* malam). Maka akan lebih baik apabila mungkin ditambahkan dengan metode-metode *crashing* yang lainnya seperti metode *crashing* dengan penambahan tenaga kerja atau yang lainnya, agar dapat lebih banyak pembanding dan dapat mengetahui metode *crashing* mana yang lebih efektif dari segi waktu dan efisien dari segi biaya.
- d. Ada beberapa hal yang harus dipertimbangan untuk mempercepat pekerjaan yang berada pada jalur kritis, karena tidak semua pekerjaan yang berada pada jalur kiritis harus dipercepat. Beberapa hal tersebut berupa pekerjaan yang memiliki biaya tinggi, durasi pekerjaan yang lama dan pekerjaan dengan nilai *cost slope* yang paling rendah. Dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan hal-hal tersebut.
- e. Dalam pemilihan jenis proyek yang akan menjadi subjek penelitian, perlu diperhatikan kembali apakah proyek tersebut sesuai dengan kriteria judul penelitian. Apabila ada bukti nyata bahwa proyek tersebut sesuai dengan kriteria judul penelitian, maka akan lebih bagus.

Untuk Kontraktor

Penelitian ini mungkin dapat menjadi opsi pertimbangan kepada pihak kontraktor guna melakukan percepatan proyek dengan metode jam lembur dan metode sistem *shift* (*shift* pagi dan *shift* malam) pada proyek selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Budiono, S. 2006. *Simulasi Waktu dan Biaya Pada Konstruksi PIER Pada Jalan Layang Suprpto Jakarta*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ervianto, I.W. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Pertama. Yogyakarta : Salemba Empat.
- Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi.
- Frederika, A. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Bandung), (Journal Online). (Tidak diterbitkan, <http://www.scribd.com/document/205836025/Jurnal-Analisis-Percepatan-Pelaksanaan-Dengan-Menambah-Jam-Kerja-Optimum-Pada-Proyek-Konstruksi>). Diakses pada 23 April 2017.
- Hanna, A.S. 2008. *Impact Of Shift Work On Labor Productivity For Labor Intensive Contractor. Journal Of Construction Engineering And Management*.
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta : Andi
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja NO. KEP-102/MEN/VI/2004 *Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur* (online). (Tidak diterbitkan), <https://www.scrib.com/doc/131149015/KEPMEN-102-mEN-VI-2004> diakses pada 23 April 2017.
- Kushono, K. 2006. *Ilmu Manajemen Konstruksi untuk Perguruan Tinggi*, Jakarta. Universitas Tarumanegara, UPT Penerbitan.
- Mukomono, J.A. 2007. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya*, Jakarta.
- Oetomo, W, Priyoto, Uhad. 2017. *Analisis Waktu dan Biaya Dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. Jurnal Media Ilmiah Teknik Sipil. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR*.

- Priyo, M. dan Sumanto, A. 2016. *Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Project Management Institute, 2004. A guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide. USA*
- Ramadhan, R. 2019. *Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Program*. E-journal Crashing Program. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Sastraatmadja, A.S. 1984. *Analisa Anggaran Pelaksanaan*, Jakarta.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jilid 1 . Jakarta : Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional* Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Sutisna, M. 2013. *Pengaruh Percepatan Waktu Pelaksanaan Terhadap Biaya Pada Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan di Kabupaten Buatan, Pekanbaru, Riau*. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Indonesia.





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL JAWA TENGAH - DI YOGYAKARTA
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH I PROVINSI JAWA TENGAH

SURAT PERJANJIAN (KONTRAK HARGA SATUAN)

PAKET PEKERJAAN KONSTRUKSI :
PAKET I.2 - PEMBANGUNAN JALAN KAWASAN INDUSTRI TERPADU (KIT) BATANG
NOMOR : HK.02.01/PPK-KIB I/498620/V/2021-01
TANGGAL : 31 MEI 2021

ANTARA :

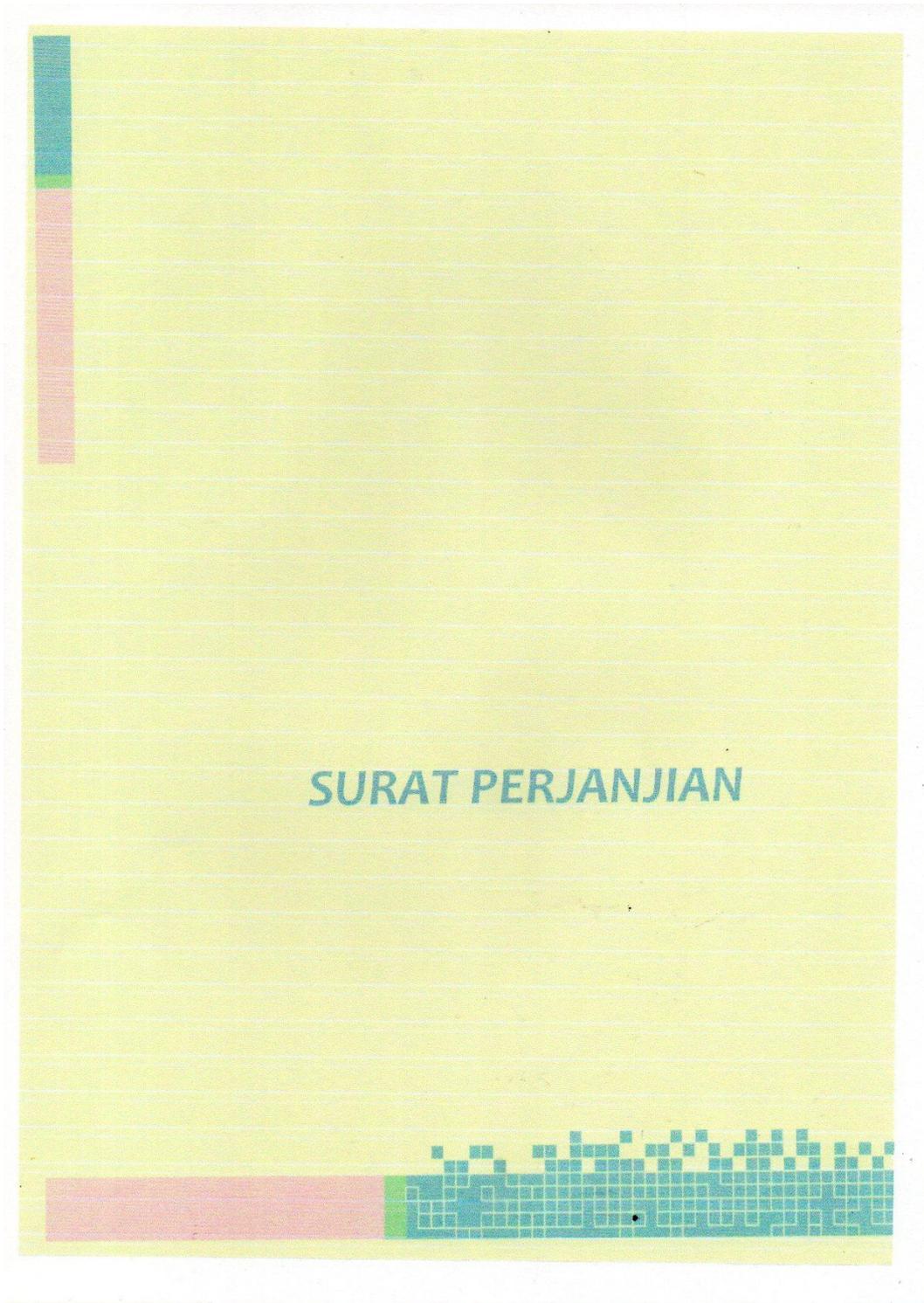
PENGGUNA JASA
PPK KAWASAN INDUSTRI BATANG I

DENGAN

PENYEDIA

WIKA - YASA KSO

TAHUN ANGGARAN
2021



SURAT PERJANJIAN

SURAT PERJANJIAN
Kontrak Harga Satuan

Paket Pekerjaan Konstruksi:

Paket I.2 - Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang
Nomor : HK.02.01/PPK-KIB I/498620/V/2021-01

SURAT PERJANJIAN ini berikut semua lampirannya adalah Kontrak Kerja Konstruksi Harga Satuan, yang selanjutnya disebut "**Kontrak**" dibuat dan ditanda tangani di **Batang** pada hari **Senin** tanggal **Tiga Puluh Satu** bulan **Mei** tahun **Dua Ribu Dua Puluh Satu** berdasarkan Surat Penetapan Pemenang Nomor PB.02.01-Mn/898 tanggal 17 Mei 2021 dan Surat Penunjukan Penyedia Barang/Jasa (SPPBJ) Nomor HK.01.02/PPK-KIB I/I.2/46 tanggal 27 Mei 2021, antara:

Nama : **EFATA SATYA NUGRAHA, S.ST., M.T.**
NIP : 19860417 201012 1 004
Jabatan : PPK Kawasan Industri Batang I
Berkedudukan di : Jalan Murbei Barat I, Sumurboto,
Kota Semarang 50269

yang bertindak untuk dan atas nama Pemerintah Indonesia c.q. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat c.q. Direktorat Jenderal Bina Marga c.q. Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 58/KPTS/M/2021 tanggal 22 Januari 2021 tentang Pengangkatan Atasan/Atasan Langsung Kuasa Pengguna Anggaran/Barang dan Pejabat Perbendaharaan Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu (SNVT) di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, selanjutnya disebut "**Pengguna Jasa**", dengan:

Nama : **ARIES SUGIARTO RACHMAN.**
Jabatan : Pjs. General Manager Operasi 4, Divisi Infrastruktur 2,
PT. Wijaya Karya (Persero), Tbk.
Berkedudukan di : Jl Ahmad Yani No 176 – 178 Surabaya 60235

yang bertindak
.....

yang bertindak untuk dan atas nama WIKA-YASA KSO sebagai badan usaha Kerja Sama Operasi (KSO) yang beranggotakan sebagai berikut:

1. PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk;
2. PT. Yasa Patria Perkasa.

yang masing-masing anggotanya bertanggung jawab secara tanggung renteng atas semua kewajiban terhadap Pengguna Jasa sebagaimana diatur dalam Kontrak ini berdasarkan surat Perjanjian Kemitraan/Kerja Sama Operasi (KSO) yang telah diberi cap dan didaftarkan dalam registrasi khusus dengan Nomor 567/W/2021 pada hari Senin, tanggal 15 Februari 2021 oleh Fransisca Natalia Willyarto, notaris di Sidoarjo, selanjutnya disebut "**Penyedia**".

Dan dengan memperhatikan :

1. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi;
2. Kitab Undang-Undang Hukum Perdata (Buku III tentang Perikatan);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi;
4. Peraturan Presiden RI Nomor 12 Tahun 2021 tentang perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 16 tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah;
5. Peraturan Presiden Nomor 17 tahun 2019 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah untuk Percepatan Pembangunan Kesejahteraan di Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat;
6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 14 Tahun 2020 tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Jasa konstruksi melalui Penyedia.

PARA PIHAK MENERANGKAN TERLEBIH DAHULU BAHWA :

- (a) telah diadakan proses pemilihan penyedia yang telah sesuai dengan Dokumen Pemilihan;
- (b) Pengguna Jasa telah menunjuk Penyedia menjadi pihak dalam Kontrak ini melalui Surat Penunjukan Penyedia Barang/Jasa (SPPBJ) untuk melaksanakan Pekerjaan Konstruksi Paket I.2 - Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang sebagaimana diterangkan dalam dokumen Kontrak ini selanjutnya disebut "**Pekerjaan Konstruksi**";
- (c) Penyedia telah menyatakan kepada Pengguna Jasa, memiliki keahlian profesional, tenaga kerja konstruksi, dan sumber daya teknis, serta telah menyetujui untuk melaksanakan Pekerjaan Konstruksi sesuai dengan persyaratan dan ketentuan dalam kontrak ini;
- (d) Pengguna Jasa dan Penyedia menyatakan memiliki kewenangan untuk menandatangani Kontrak ini, dan mengikat pihak yang diwakili;

(e) Pengguna 

- (e) Pengguna Jasa dan Penyedia mengakui dan menyatakan bahwa sehubungan dengan penandatanganan Kontrak ini masing-masing pihak:
- 1) telah dan senantiasa diberikan kesempatan untuk didampingi oleh advokat;
 - 2) menandatangani Kontrak ini setelah meneliti secara patut;
 - 3) telah membaca dan memahami secara penuh ketentuan Kontrak ini;
 - 4) telah mendapatkan kesempatan yang memadai untuk memeriksa dan mengonfirmasikan semua ketentuan dalam kontrak ini beserta semua fakta dan kondisi yang terkait.

Maka oleh karena itu, Pengguna Jasa dan Penyedia dengan ini bersepakat dan menyetujui untuk membuat perjanjian pelaksanaan paket Pekerjaan Konstruksi **Paket 1.2 - Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang** dengan syarat dan ketentuan sebagai berikut:

**Pasal 1
ISTILAH DAN UNGKAPAN**

Peristilahan dan ungkapan dalam surat Perjanjian ini memiliki arti dan makna yang sama seperti yang tercantum dalam lampiran Surat Perjanjian ini.

**Pasal 2
RUANG LINGKUP PEKERJAAN UTAMA**

Ruang lingkup utama pekerjaan dalam kontrak ini adalah Pembangunan Jalan total panjang 7,85 km;

**Pasal 3
HARGA KONTRAK, SUMBER PEMBIAYAAN DAN PEMBAYARAN**

- (1) Harga Kontrak termasuk Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang diperoleh berdasarkan total harga penawaran terkoreksi sebagaimana tercantum dalam Daftar Kuantitas dan Harga adalah sebesar **Rp341.653.155.568,12** dibulatkan menjadi **Rp341.653.155.500,00** (Tiga Ratus Empat Puluh Satu Miliar Enam Ratus Lima Puluh Tiga Juta Seratus Lima Puluh Lima Ribu Lima Ratus Rupiah);
- (2) Kontrak ini dibiayai dari APBN TA. 2021;
- (3) Pembayaran untuk kontrak ini dilakukan ke **Bank Mandiri Kantor Cabang Semarang Sisungamangaraja** rekening nomor: **136-00-8700087-0** atas nama penyedia: **WIKA-YASA KSO.**

Pasal 4 

Pasal 4
DOKUMEN KONTRAK

- (1) Kelengkapan dokumen-dokumen berikut merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Kontrak ini terdiri dari adendum Kontrak (apabila ada), Surat Perjanjian, Surat Penawaran, Daftar Kuantitas dan Harga, Syarat-Syarat Umum Kontrak, Syarat-Syarat Khusus Kontrak beserta lampirannya berupa Lampiran A (daftar harga satuan timpang, subpenyedia, personel manajerial, dan peralatan utama), Lampiran B (Rencana Keselamatan Konstruksi), spesifikasi teknis, gambar-gambar, dan dokumen lainnya seperti: Surat Penunjukan Penyedia Barang/Jasa, Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan, jaminan-jaminan, Berita Acara Rapat Persiapan Penandatanganan Kontrak, Berita Acara Rapat Persiapan Pelaksanaan Kontrak.
- (2) Jika terjadi pertentangan antara ketentuan dalam suatu dokumen dengan ketentuan dalam dokumen yang lain maka yang berlaku adalah ketentuan dalam dokumen yang lebih tinggi berdasarkan urutan hierarki sebagai berikut:
 - a. adendum Kontrak (apabila ada);
 - b. Surat Perjanjian;
 - c. Daftar Kuantitas dan Harga (Daftar Kuantitas dan Harga Hasil Negosiasi apabila ada negosiasi);
 - d. Daftar Kuantitas dan Harga (Daftar Kuantitas dan Harga Terkoreksi apabila ada koreksi aritmatik);
 - e. Surat Penawaran;
 - f. Syarat-Syarat Khusus Kontrak;
 - g. Syarat-Syarat Umum Kontrak;
 - h. spesifikasi teknis; dan
 - i. gambar-gambar.

Pasal 5
MASA KONTRAK

- (1) Masa Kontrak adalah jangka waktu berlakunya Kontrak ini terhitung sejak tanggal penandatanganan Kontrak sampai dengan Tanggal Penyerahan Akhir Pekerjaan;
- (2) Masa Pelaksanaan ditentukan dalam Syarat-Syarat Khusus Kontrak, dihitung sejak Tanggal Mulai Kerja yang tercantum dalam SPMK sampai dengan Tanggal Penyerahan Pertama Pekerjaan selama 215 (Dua Ratus Lima Belas) hari kalender;
- (3) Masa Pemeliharaan ditentukan dalam Syarat-Syarat Khusus Kontrak dihitung sejak Tanggal Penyerahan Pertama Pekerjaan sampai dengan Tanggal penyerahan Akhir Pekerjaan selama 365 (Tiga Ratus Enam Puluh Lima) hari kalender.

Dengan demikian 

Dengan demikian, Pengguna Jasa dan Penyedia telah bersepakat untuk menandatangani Kontrak ini pada tanggal tersebut di atas dan melaksanakan Kontrak sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di Republik Indonesia dan dibuat dalam 2 (dua) rangkap, masing-masing dibubuhi dengan materai, mempunyai kekuatan hukum yang sama dan mengikat bagi para pihak, rangkap yang lain dapat diperbanyak sesuai kebutuhan tanpa dibubuhi materai.

Untuk dan atas nama
WIKA-YASA KSO



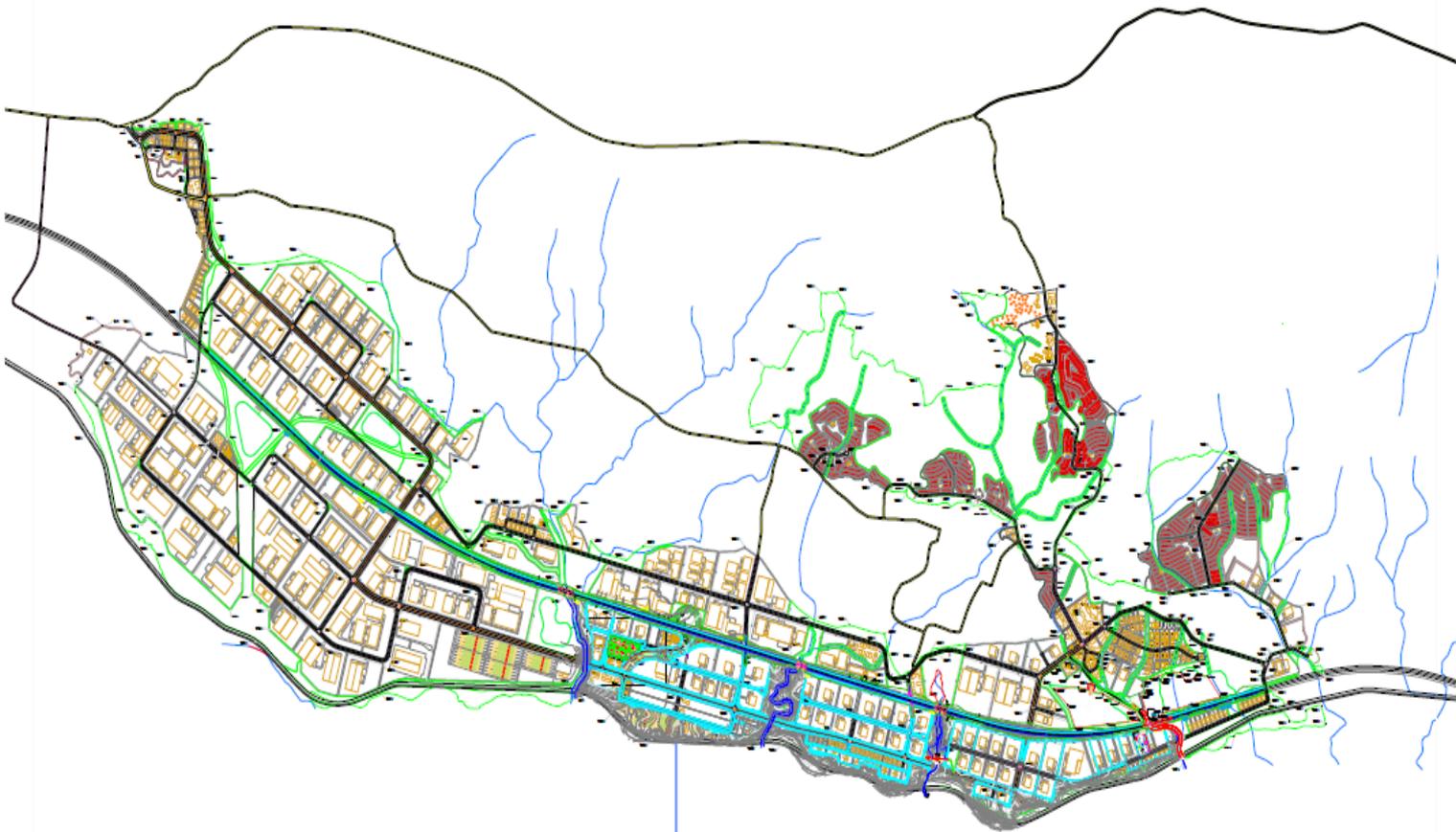
ARIES SUGIARTO RACHMAN
Kuasa KSO

Untuk dan atas nama
PPK Kawasan Industri Batang I



EFATA SATYA NUGRAHA, S.ST., MT.
NIP. 19860417 201012 1 004

GAMBAR PELAKSANAAN PEKERJAAN



الجمهورية العربية السورية
الجامعة اللبنانية
الكلية الهندسية
الهندسة المدنية