

TUGAS AKHIR
PENGGUNAAN LINEAR SCHEDULING METHOD (LSM)
PADA PERENCANAAN PENJADUALAN
PROYEK JALAN LOKAL



SUPRIYATNO

No. Mhs. : 84310123

NIRM : 844330120

MILIK PERPUSTAKAAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

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

1996

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENGUNAAN LINEAR SCHEDULING METHOD (LSM)
PADA PERENCANAAN PENJADUALAN
PROYEK JALAN LOKAL



Telah Diperiksa Dan Disetujui Oleh:

Ir. H. Susastrawan, MS

Dosen Pembimbing I

Ir. Tadjudin BMA, MS

Dosen Pembimbing II

Susastri

Tanggal: 30 - 7 - 96

Tadjudin

Tanggal: 27 - 7 - 96



Motto:

*“Kalau sekiranya lautan menjadi tinta
untuk menulis kalimat-kalimat Allah,
sungguh habislah lautan itu
sebelum habis ditulis kalimat-kalimat Allah,
meskipun didatangkan tambahan sebanyak itu pula”
(QS. Al Kahfi: 109)*

*“Dan janganlah kamu mentaati perintah
orang-orang yang melampauai batas,
yang membuat kerusakan di muka bumi
dan tidak mengadakan perbaikan”
(QS. Asy Syu'araa': 151-152)*



Dipersembahkan untuk:

*Bapak (Alm) & Ibu (Almh) tercinta,
yang dengan keyakinan & sekuat tenaga
telah menanamkan bahwa 'pendidikan' adalah
bekal yang tiada habis bagi masa depan*

*Kakak & Adik kami tercinta,
yang tiada henti membantu serta senantiasa tiada jemu
memberikan dorongan dengan penuh kasih sayang*

*Dik Wahyu,
yang banyak menemani serta menumbuhkan semangat*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap rasa syukur sedalam-dalamnya ke hadirat Allah SWT. dan hanya atas karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini dengan judul studi : “Penggunaan Linear Scheduling Method (LSM) Pada Perencanaan Penjadualan Proyek Jalan Lokal”, disusun dan diajukan sebagai salah satu bagian persyaratan guna memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil, khususnya pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Tentunya banyak pihak yang begitu tulusnya serta demikian besar membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, baik moril maupun secara langsung terlibat diskusi, memberi saran maupun kritik semenjak ide hingga penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini rasa hormat dan penghargaan serta ucapan terima kasih yang tidak berhingga disampaikan khususnya kepada yang terhormat:

- ❑ Bapak IR. H. SUSASTRAWAN, MS., sebagai Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam hal ini beliau sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dalam Tugas Akhir ini sebaik-baiknya.
- ❑ Bapak IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE., sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam hal ini beliau juga sebagai dosen wali sehingga seringkali nasihat dan dorongannya membawa kesan hormat tersendiri bagi penyusun.
- ❑ Bapak IR. TADJUDIN BMA, MS., sebagai Dosen Pembimbing II, tidak saja telah memberikan pembimbingan sebaik-baiknya, lebih dari itu dengan tulus dan kesabarannya serta tiada jemu berkenan berdiskusi dan membantu penyusun dengan “pintu terbuka” termasuk beberapa literatur yang dipinjamkannya, sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

“pintu terbuka” termasuk beberapa literatur yang dipinjamkannya, sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

- ❑ Departemen Pekerjaan Umum, khususnya Direktorat Jendral Bina Marga, Bagian Proyek Perencanaan Dan Pengawasan Teknis Peningkatan Jalan, Semarang. Yang telah berkenan memberikan Data serta mengizinkan penulis untuk Observasi.
- ❑ Rekan-Rekan Muda: TOMO dan “*small team*” --EDY, ERWANDA & EKO--. yang telah memberikan saran sekaligus membantu dalam proses pemrograman komputer.
- ❑ Bapak dan Ibu pegawai Perpustakaan Teknik Sipil, FTSP-UII, dengan kepercayaan yang diberikan telah memberikan keleluasaan dalam pencarian literatur.
- ❑ Kakak dan Adik, yang telah memberikan “penyadaran” dan dorongan tiada henti dan jemu untuk menyelesaikan studi dengan sebaik-baiknya.
- ❑ SRI WAHYUNI, yang telah membantu dalam penerjemahan literatur berbahasa asing juga mengoreksi penulisan dalam Tugas Akhir ini.
- ❑ IR. SETYO BUDI MULYONO (PT. Pembangun Perumahan), yang telah membantu dengan ‘sponsor-nya’ guna pelaksanaan Seminar Tugas Akhir ini.
- ❑ IR. IDA SURYANTI, yang telah membantu dari pengadaan makalah hingga pelaksanaan Seminar Tugas Akhir.
- ❑ M. RUDY SULAKSANA, yang banyak membantu serta membeikan saran guna suksesnya pelaksanaan Seminar Tugas Akhir ini.
- ❑ NUR, LISA serta teman-teman, dengan ‘panitia kecilnya’

Dan tentunya kawan-kawan “generasi terakhir `84” dan khususnya “angkatan `87” serta pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Semoga bantuan

yang telah diberikan dapat menjadikan amalan dan juga menjadikan ibadah pada Allah SWT. amien.

Kendatipun penyusun pada dasarnya mencoba dan berusaha mencari "*dimensi*" baru dalam studi Tugas Akhir, yakni dengan memadukan antara teori dan kondisi riil dilapangan (melalui observasi) dengan memanfaatkan komputerisasi, akan tetapi mestinya harapan ini masih jauh dari sesuatu yang dianggap sempurna dari sebuah studi. Meskipun demikian setidaknya hasil studi ini bisa dimanfaatkan sebagai referensi praktis dalam kasus-kasus proyek linier.

Pada akhirnya dengan segala hormat dan penghargaan setinggi-tingginya bila segenap pembaca yang budiman berkenan memberikan kritik maupun saran yang konstruktif, tentunya guna menjadi lebih sempurnanya studi Tugas Akhir ini.

Mudah-mudahan hasil studi Tugas Akhir ini dapat menambah kosa kasanah pengetahuan sidang pembaca sekalian.

Yogyakarta, Juni 1996

Hormat Kami,

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Studi	6
1.3. Jenis Penelitian	6
1.4. Metode Studi	7
BAB II METODE PENJADUALAN LINIER (LINEAR SCHEDULING METHOD)	
2.1. Pengantar	8
2.2. Beberapa Metode Penjadualan	9
2.2.1. Bar Chart	10
2.2.2. Vertical Production Method (VPM)	13
2.2.3. Metode Line of Balance	14
2.3. Metode Penjadualan Linier	15
2.3.1. Interupsi dan Restraint	19
2.3.2. Buffer (Penyangga)	20
2.3.3. Sumber Daya	22
2.3.4. Perencanaan Waktu	23
2.3.5. Kemajuan Proyek	24
2.4. Prosedur Penjadualan	26
2.5. Penyajian Model Secara Matematis	27
2.5.1. Aplikasi Model Matematis	33

**BAB III PERENCANAAN PENJADUALAN
PROYEK JALAN LOKAL**

3.1. Pengantar	55
3.2. Klasifikasi Proyek Jalan	56
3.3. Jalan Lokal	57
3.4. Pengendalian Proyek Jalan Lokal	58
3.5. Studi Kasus Proyek Jalan Lokal	61
3.5.1. Data Proyek	62
3.5.2. Penjadualan Proyek	64

**BAB IV ANALISIS PENJADUALAN
DENGAN METODE PENJADUALAN LINIER**

4.1. Pengantar	66
4.2. Pembagian Lokasi Pekerjaan	67
4.3. Pembagian Volume Pekerjaan	69
4.4. Penentuan Kebutuhan Jam Kerja	71
4.5. Hasil Perhitungan Dengan Program Komputer	76
4.6. Analisis Pengendalian Proyek	82
4.6.1. Sumber Daya	82
4.6.2. Waktu Penyelesaian Proyek	83

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	89

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Penggunaan Bar-Chart dan Kurve "S"	12
Gambar 2.2.	Pekerjaan Jalur Pipa Dengan VPM	13
Gambar 2.3.	Diagram Line of Balance untuk Modul Pengendali Karakteristik Radar	15
Gambar 2.4.	Diagram Penjadualan Linier Pada Proyek Jalan	16
Gambar 2.5.	Diagram Metode Penjadualan Linier	18
Gambar 2.6.	Penggambaran Garis Kemajuan Proyek	19
Gambar 2.7.	(a) Diagram Terjadinya Interupsi (b) Diagram Terjadinya Restraint	20
Gambar 2.8.	Diagram Kegiatan Menerus Diantara Kegiatan i dan $i+1$	21
Gambar 2.9.	Aktual (Buffer) Pada Pelaksanaan Proyek	22
Gambar 2.10.	Penggambaran Penjadualan Linear Scheduling Method dengan Kurve "S"	26
Gambar 2.11.	Contoh Proyek Jembatan (proyek Linier)	33
Gambar 2.12.	Pengaruh Kegiatan-1 pada Waktu Mulai Kegiatan-2 Paling Dini	37
Gambar 2.13.	Pengaruh Kegiatan-2 pada Waktu Mulai Kegiatan-3 Paling Dini	42
Gambar 2.14.	Pengaruh Kegiatan-3 pada Waktu Mulai Kegiatan-4 Paling Dini	48
Gambar 2.15.	Pengaruh Kegiatan-4 pada Waktu Mulai Kegiatan-5 Paling Dini	52
Gambar 2.16.	Jadual Waktu Pelaksanaan	54

Gambar 3.1.	Contoh Penggunaan Bar-Chart & Kurve “S” Pada Penjadualan Proyek Jalan	60
Gambar 3.2.	Time Schedule Pelaksanaan Proyek Jalan & Penggantian Jembatan Dalam Kota Tegal	65
Gambar 4.1.	Bagan Alir Perhitungan Minimasi Waktu Penjadualan Dengan Linear Scheduling Method (LSM)	75
Gambar 4.2.	Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 4 Lokasi	79
Gambar 4.3.	Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 8 Lokasi	80
Gambar 4.4.	Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 16 Lokasi	81



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Data Dasar Sebagai Contoh Proyek Linier	33
Tabel 2.2.	Hasil Perhitungan Waktu Pelaksanaan Proyek Yang Paling Minimal	53
Tabel 3.1.	Fungsi Dan Peranan Jalan Lokal Dikaitkan Dengan Penanggungjawab Pembinaan dan Pendanaan	58
Tabel 3.2.	Uraian Pekerjaan	64
Tabel 4.1.	Pembagian Proyek Menjadi 4 Lokasi	68
Tabel 4.2.	Pembagian Proyek Menjadi 8 Lokasi	68
Tabel 4.3.	Pembagian Proyek Menjadi 16 Lokasi	68
Tabel 4.4.	Volume Pekerjaan Pada Pembagian 4 Lokasi	69
Tabel 4.5.	Volume Pekerjaan Pada Pembagian 8 Lokasi	70
Tabel 4.6.	Volume Pekerjaan Pada Pembagian 16 Lokasi	70
Tabel 4.7.	Daftar Produktivitas Pekerjaan dan Sumber Daya	71
Tabel 4.8.	Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 4 Lokasi	73
Tabel 4.9.	Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 8 Lokasi	73
Tabel 4.10.	Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 16 Lokasi	74
Tabel 4.11.	Hasil Perhitungan Kebutuhan Hari Kerja Untuk 4 Lokasi	77
Tabel 4.12.	Hasil Perhitungan Kebutuhan Hari Kerja Untuk 8 Lokasi	77
Tabel 4.13.	Hasil Perhitungan Kebutuhan Hari Kerja Untuk 16 Lokasi	78
Tabel 4.14.	Alternatif Sumber Daya yang Dipilih	83
Tabel 4.15.	Pengaruh Pembagian Lokasi Terhadap Efisiensi Waktu Pelaksanaan Pekerjaan	85

DAFTAR NOTASI

$b^{(a)}_{(i-1)}$	= Ketergantungan kegiatan i yang menggunakan sumber daya a terhadap sumber daya yang digunakan kegiatan $i-1$ yakni b
b^*	= Sumber daya b pada kegiatan $i-1$ yang menentukan untuk waktu start paling cepat kegiatan i
$d_{(i,j)}$	= Waktu untuk menyelesaikan kegiatan i pada lokasi j
$f_{(i,j)}$	= Waktu finis untuk kegiatan i pada lokasi j
$f_{(i-1,j)}$	= Waktu finis untuk kegiatan yang mendahului kegiatan i ($i-1$) pada lokasi j
i	= Kegiatan i
j	= Lokasi j
k_i	= Faktor konversi dari Jam-Kerja menjadi Hari-Kerja
$L_i^{(a)}$	= Selisih waktu start kegiatan i untuk start paling cepat dengan menggunakan sumber daya a
$L_i^{(a/b^*)}$	= Selisih waktu start kegiatan i dengan menggunakan sumber daya a terhadap waktu start paling cepat kegiatan $i-1$ dengan sumber daya b
$P_{(i,j)}$	= Produktivitas sumber daya
r_i	= Alternatif sumber daya kegiatan i
$S_{(i,j)}$	= Waktu start kegiatan i pada lokasi j
$S_{(i,j-1)}$	= Waktu start kegiatan i pada lokasi sebelum j (sebelumnya)
$S_i^{(a)}$	= Waktu start kegiatan i dengan menggunakan sumber daya a
$S_{(i,1)}^{(a)}$	= Waktu start kegiatan i lokasi 1 dengan menggunakan sumber daya a

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A1	MAP Rencana Kerja T-10
Lampiran A2	Schedule Pelaksanaan
Lampiran A3-A6	Analisa Harga Satuan Mata Pembayaran Utama
Lampiran A7-A10	Photo-photo Pelaksanaan
Lampiran B1-B3	Print Out Perhitungan Aplikasi Model Matematik
Lampiran C1-C3	Prin Out Perhitungan Level-1: Pembagian 4 Lokasi
Lampiran D1-D3	Prin Out Perhitungan Level-2: Pembagian 8 Lokasi
Lampiran E1-E6	Prin Out Perhitungan Level-3: Pembagian 16 Lokasi
Lampiran F1-F2	Alogaritma Pemograman Dengan Bahasa Pascal

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرَّجَاءُ إِلَى اللَّهِ تَعَالَى

ABSTRAK

Pada dasarnya tidak ada suatu metode analisis dan teknik grafis yang dianggap “paling unggul” terutama untuk penjadualan suatu proyek konstruksi, yang lazimnya disebut dengan *Time Schedule*. Oleh karena itu dalam implementasinya senantiasa harus dievaluasi berkenaan dengan kecocokan dalam mendokumentasikan karakteristik proyek konstruksi tersebut.

Linear Scheduling Method (Metode Penjadualan Linier) adalah diantara dari sekian banyak metode penjadualan proyek konstruksi (*Constructions*), yang implementasinya pada proyek-proyek konstruksi yang mempunyai karakteristik *menerus* dan *berulang*.

Proyek jalan adalah diantara proyek konstruksi yang mempunyai karakteristik *menerus* dan *berulang*, disamping item pekerjaannya relatif sedikit. Oleh karena itu Linear Scheduling Method merupakan alternatif penjadualan dari Bar-Chart yang sudah menjadi begitu populer digunakan di semua proyek konstruksi, khususnya pada proyek jalan. Dengan menggunakan Linear Scheduling Method diharapkan kelemahan-kelemahan Bar-Chart, yang sering kali terjadi di tengah pelaksanaan proyek dapat dihindari, atau untuk memenuhi beberapa kepentingan secara komplemen keduanya dapat digunakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada hakekatnya kegiatan bermanajemen sudah dilakukan orang semenjak dahulu, yakni sejak manusia mulai merasa perlu membentuk kelompok untuk bekerjasama guna mencapai tujuan yang tidak dapat mereka capai sendiri saja. Dalam kondisi seperti itu, maka manajemen telah menjadi hal yang esensial untuk menjamin koordinasi upaya perorangan. Namun sebagai disiplin ilmu, manajemen belum lama berkembang.

Secara kronologis, perkembangan ilmu manajemen hingga saat ini setidaknya telah melampaui lima tahap, yang meliputi: Manajemen Ilmiah (*Scientific Management*) ; Pendekatan Hubungan Manusia (*Human Relation Behavioral Approach*) ; Penyelidikan Operasional (*Management Science*) ; Manajemen Dengan Pendekatan Sistem ; dan Manajemen Dengan Pendekatan Situasional.

Khususnya mengenai Penyelidikan Operasional (*Management Science*) mulai berkembang saat Perang Dunia II, yakni ketika pihak Sekutu tengah mengembangkan teknik-teknik optimasi-- *Operation Research*-- untuk menghadapi pasukan Kapal Selam Jerman. Ketika perang usai, ternyata teknik-teknik optimasi yang dikembangkan tersebut dapat dipakai dalam dunia industri, bahkan selanjutnya terjadi perkembangan terus menerus terhadap teknik optimasi tersebut (*Ali Basyah Siregar,*

dkk, Ed, 1987). Penyelidikan Operasional juga dikenal sebagai *aliran kuantitatif* dalam manajemen. Aliran ini memanfaatkan matematika sebagai alat untuk memecahkan persoalan-persoalan manajemen, di samping itu memandang manajemen sebagai suatu kesatuan logis dari tindakan-tindakan yang dapat dinyatakan secara matematis dan dapat diukur.

Selanjutnya menurut aliran ini ada dua pokok persoalan dalam manajemen: *Pertama*, Optimasi masukan keluaran. *Kedua*, Pemodelan persoalan secara matematis. Oleh karena itu maka lahirah metode-metode CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*), LOB (*Line of Balance*) juga LSM (*Linear Scheduling Method*).

Setiap “organisasi” dapat dipastikan memiliki satu atau beberapa tujuan yang memberikan arah dan menyatukan pandangan unsur yang terdapat di dalam organisasi tersebut. Sudah barang tentu tujuan yang akan dicapai di masa yang akan datang tersebut adalah suatu keadaan yang lebih baik dari pada keadaan sebelumnya. Dalam pencapaian kegiatan inilah diperlukan serangkaian kegiatan yang lebih dikenal sebagai proses manajemen. Secara klasik proses manajemen dapat dikelompokkan menjadi enam tahap, adalah sebagai berikut ini.

- 1). Penetapan Tujuan (*goal setting*)
- 2). Perencanaan (*Planning*)
- 3). Staffing
- 4). Directing
- 5). Supervising

6). Pengendalian (*Controlling*)

Pada tahap *planning* khususnya, berbagai bentuk rencana dibuat, baik menyangkut policy, prosedur, standart, metode, anggaran maupun schedule suatu proyek. Disinilah letak dan posisi schedule suatu proyek, yang merupakan bagian dari *planning*. Kendatipun demikian, dalam implementasinya schedule mempunyai nilai praktis yang begitu menentukan bagi suksesnya suatu proyek, bila ditinjau dari skala waktu dan biaya termasuk sumber daya yang menyertainya. Dengan schedule dapat menunjukkan kapan proyek itu diharapkan mulai dan kapan diharapkan selesai. Oleh karena itu, sementara pihak mengungkapkan bahwa dengan schedule proyek yang “baik” sudah merupakan pertanda keberhasilan suatu proyek itu sendiri.

Bar-Chart (*Diagram Balok*) misalnya, adalah merupakan pengendali waktu (schedule) proyek yang banyak digunakan hingga saat ini, baik pada Proyek Bangunan Gedung, Proyek Jalan maupun Bangunan Hidro. Khususnya terhadap pembangunan Jalan, hampir semua jadual proyek menggunakan Bar-Chart. Hal tersebut dikarenakan dengan Bar-Chart sudah dapat digambarkan status proyek pada suatu saat, kendatipun secara sederhana. Berdasarkan Bar-Chart, secara sederhana pula dapat dibuat gambaran kebutuhan penggunaan sumber daya sepanjang pelaksanaan proyek dan juga kemajuan (*progress*) yang lebih dikenal dengan “kurva-S”, baik rencana maupun aktualnya (*Michael T. Callahan dkk, 1992*).

Pada sisi lain Bar-Chart juga mempunyai banyak kelemahan, yakni kurang memberi gambaran mengenai ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Demikian pula, dengan Bar-Chart tidak dapat diketahui kegiatan yang kritis,

sehingga pada pelaksanaan sulit dimonitor terjadinya penyimpangan pada pertengahan kegiatan. Dengan Bar-Chart juga tidak dapat diketahui adanya tenggang waktu untuk kegiatan yang tidak kritis (*Asiyanto, 1993*).

Seperti telah diketahui bahwa pembangunan jalan lokal biasanya mempunyai jumlah paket yang cukup banyak dalam satu tahun anggaran, dengan biaya tiap paketnya relatif kecil dan mengutamakan penggunaan sumber daya lokal. Proyek jalan lokal mempunyai kegiatan yang menerus, masing-masing kegiatan mempunyai volume pekerjaan yang cukup besar dan tidak selalu tersebar merata pada seluruh segmen atau lokasi.

Demikian pula dalam melaksanakan pembangunan proyek jalan lokal perlu dibuat rekaman atau laporan secara periodik yang bertujuan untuk memberikan informasi tentang keadaan proyek, sumber daya dan lokasinya. Bentuk informasi dibuat sesederhana mungkin agar mudah dimengerti dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan dalam rangka pengendalian proyek, yang ini semua sulit dipenuhi oleh Bar-Chart, mengingat keterbatasan-keterbatasan tersebut. Sedangkan perencanaan serta pengendalian waktu dari suatu proyek jalan lokal merupakan hal yang penting agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jangka waktu yang biasanya terbatas.

Dari serangkaian uraian tersebut di atas yang menjadikan dasar penulis memilih judul: “ **Penggunaan Linear Scheduling Method (LSM) Pada Perencanaan Penjadualan Proyek Jalan Lokal**” sebagai studi Tugas Akhir.

Linear Scheduling Method (yang selanjutnya disebut Metode Penjadualan Linier) diharapkan dapat menjadikan suatu alternatif untuk penjadualan waktu pelaksanaan proyek jalan lokal karena sifatnya yang mempunyai karakteristik menerus serta berulang.

Selanjutnya secara definitif masalah yang menjadi fokus pada studi Tugas Akhir dapat dirumuskan sebagai berikut ini.

- 1). Terdapat kelemahan dalam penggunaan metode pengendalian yang ada pada proyek jalan lokal.
- 2). Adanya keterbatasan dalam mencari minimisasi waktu pada proyek jalan lokal.
- 3). Terdapat Metode Penjadualan Linier yang dapat digunakan pada proyek dengan karakteristik kegiatan menerus serta berulang, khususnya pada proyek jalan lokal.

Demikian juga guna memperjelas dan mempertegas studi Tugas Akhir ini maka perlu diketengahkan beberapa batasan masalah sebagaimana berikut ini.

- 1). Masalah yang ditinjau adalah masalah penjadualan waktu, guna mendapatkan minimasi waktu pada proyek jalan lokal.
- 2). Tujuan minimasi waktu adalah guna mendapatkan waktu pelaksanaan proyek yang tercepat, dengan asumsi bahwa tidak ada pembatasan sumber daya.
- 3). Sumber daya yang dimasukkan di sini adalah tenaga kerja, material dan peralatan.

- 4). Model yang digunakan adalah model matematik, dengan anggapan suatu pekerjaan dilaksanakan secara berurutan dari lokasi ke lokasi sesudahnya, dan pada suatu lokasi hanya ada satu pekerjaan dalam waktu yang sama.
- 5). Biaya tidak merupakan cakupan dalam studi ini.
- 6). Penggunaan Studi Kasus pada suatu proyek adalah hanya merupakan instrumen riil dalam menerapkan model matematik yang digunakan pada studi ini.
- 7). Penggunaan program Komputer dengan Bahasa Pascal adalah hanya merupakan alat bantu pengolahan data, sehingga bukan merupakan fokus dari studi ini.

1.2. Tujuan Studi

- 1). Penerapan/pengembangan metode Penjadualan Linier pada penjadualan pelaksanaan proyek Jalan Lokal.
- 2). Meninjau minimasi waktu pelaksanaan dengan metode Penjadualan Linier pada proyek Jalan Lokal.
- 3). Mengevaluasi kesesuaian metode Penjadualan Linier untuk pengendalian waktu pelaksanaan pada proyek Jalan Lokal.

1.3. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian dalam studi ini adalah Deskriptif Eksploratif. Deskriptif Eksploratif dapat diartikan bahwa penelitian yang dilakukan adalah guna memperdalam pengetahuan atau mendapatkan ide-ide baru sehingga dapat merumuskan

masalah dengan lebih terperinci. Jenis penelitian Deskriptif Eksploratif ini dipilih mengingat bahwa pengetahuan terhadap gejala yang diteliti masih sangat kurang (Handari Nawawi, 1994).

1.4. Metode Studi

Metode studi yang studi Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut ini.

- 1). Merumuskan model matematis Perencanaan Waktu dengan metode Penjadualan Linier.
- 2). Membuat alternatif penggunaan sumber daya pada suatu kegiatan dengan menentukan ketergantungannya pada kegiatan sebelumnya, sehingga didapat waktu start yang paling cepat diantara alternatif tersebut.
- 3). Menentukan waktu pelaksanaan proyek yang minimal dengan memilih waktu terpendek dari alternatif penggunaan sumber daya tersebut.
- 4). Membuat jadwal proyek yang dimulai dari kegiatan awal sampai kegiatan terakhir dengan melihat ketergantungan kegiatan sebelumnya.

BAB II

METODE PENJADUALAN LINIER (LINEAR SCHEDULING METHOD)

2.1. Pengantar

Pada dasarnya banyak metode analisis dan teknis grafis yang dapat digunakan pada suatu proyek konstruksi, terutama untuk mengadakan perencanaan, penjadualan, dan pengendalian dalam pelaksanaan (*operation*) maupun sumber daya. Setiap alat yang berbeda-beda tersebut dalam implementasinya harus dievaluasi, berkenaan dengan kecocokan dalam mendokumentasikan karakteristik proyek yang direncanakan, juga pengetahuan dan tingkat kemampuan *user* (pemakai) ketika diaktualkan di lapangan. Demikian juga terhadap tingkat kerincian kegiatan yang dikehendaki, serta kemudahan dalam pembaharuan (*revisi*) bila terjadi.

Oleh karena itu tidak ada suatu metode yang dapat dijadikan suatu alat yang dianggap "*paling unggul*" dalam mendokumentasikan dan mengkomunikasikan suatu rencana, khususnya pada proyek konstruksi. Sering kali terjadi, alat yang dianggap demikian sederhana, misalkan Bar-Chart ternyata dapat berfungsi lebih efektif sebagai alat untuk komunikasi pada suatu proyek tertentu. Demikian juga sebaliknya, kendati dengan teknik yang hebat sekali pun ternyata ketika diimplementasikan tidak dapat berfungsi sebagai alat yang efektif, karena tidak sesuai dengan sifat fisik dan tatalaksana yang mesti dipatuhi, misalnya CPM (*Critical Path Method*) akan menjadi

pilihan yang buruk apabila dioperasikan pada proyek berskala besar yang mempunyai karakteristik linier dan berulang-ulang.

Metode Penjadualan Linier (*Linear Scheduling Method*) adalah merupakan salah satu dari sekian banyak alat pengendali yang dikenal dalam suatu proyek, yang lazimnya disebut *Time Schedule*. Metode Penjadualan Linier dalam praktek memang masih kurang populer, akan tetapi dengan hadirnya alat bantu khususnya dibidang Komputer, metode ini menjadi layak untuk diperhitungkan. Ada dua alasan utama dalam penggunaan metode Penjadualan Linier. *Pertama*, penggunaan metode Penjadualan Linier adalah sangat cocok apabila digunakan pada proyek konstruksi yang mempunyai karakteristik *menerus* dan *berulang* (linier). Proyek-proyek tersebut diantaranya adalah :

- Proyek Jalan
- Proyek Lapangan Udara
- Proyek Jalur Pipa atau Terowongan
- Proyek Bendungan

Kedua, dapat diketahui jumlah sumber daya yang dibutuhkan/ditentukan disepanjang proyek pada masing-masing kegiatan sehingga didapat biaya minimum, hal ini disebabkan minimasi waktu dapat dicapai.

2.2. Beberapa Metode Penjadualan

Penggunaan Metode Penjadualan Linier pada proyek Jalan dalam studi ini adalah sebagai upaya mencari alternatif dari penggunaan Bar-Chart yang sudah

demikian populer, khususnya dalam penerapan pada proyek Jalan. Oleh karena itu, dalam uraian-uraian selanjutnya Bar-Chart juga dibahas dalam studi ini kendatipun secara singkat, selain beberapa metode yang dianggap mempunyai kesamaan dengan Metode Penjadualan Linier.

2.2.1. Bar-Chart

Bar-Chart atau diagram balok adalah teknik schedule yang dikembangkan oleh Henry L. Gantt pada awal abad ini. Oleh karena itu sering juga disebut Gantt-Chart.

Suatu Bar-Chart secara grafis menguraikan suatu proyek yang terdiri dari kumpulan tugas atau kegiatan yang telah dirumuskan dengan baik. Suatu kegiatan adalah suatu tugas atau kelompok tugas-tugas yang saling erat hubungannya antara yang satu dengan lainnya yang pelaksanaannya ikut berperan untuk menyelesaikan proyek secara menyeluruh (*Donal S. Barrie, 1984*).

Umumnya suatu Bar-Chart diatur sedemikian sehingga semua kegiatan dituliskan atau didaftar pada bagian kiri Bar-Chart. Sedangkan skala waktu ditunjukkan dengan suatu garis yang mendatar-memanjang ke bagian kanan daftar yang berkenaan dengan setiap kegiatan yang tertera dalam daftar tersebut.

Garis mendatar dan memanjang tersebut selain menunjukkan skala waktu yang dibutuhkan pada suatu kegiatan, juga secara langsung menunjukkan besarnya bobot (nilai) dari suatu kegiatan tersebut. Kemajuan pekerjaan yang sering diungkap sebagai *prestasi* pekerjaan pada suatu saat adalah ditunjukkan oleh besarnya bobot *aktual* kumulatif dari kegiatan atau beberapa kegiatan. Idealnya laju *prestasi*

pekerjaan yang terjadi adalah menyerupai hurup "S", sehingga sering disebut "Kurva-S". Untuk lebih jelasnya dapat dicermati pada Gambar 2.1.

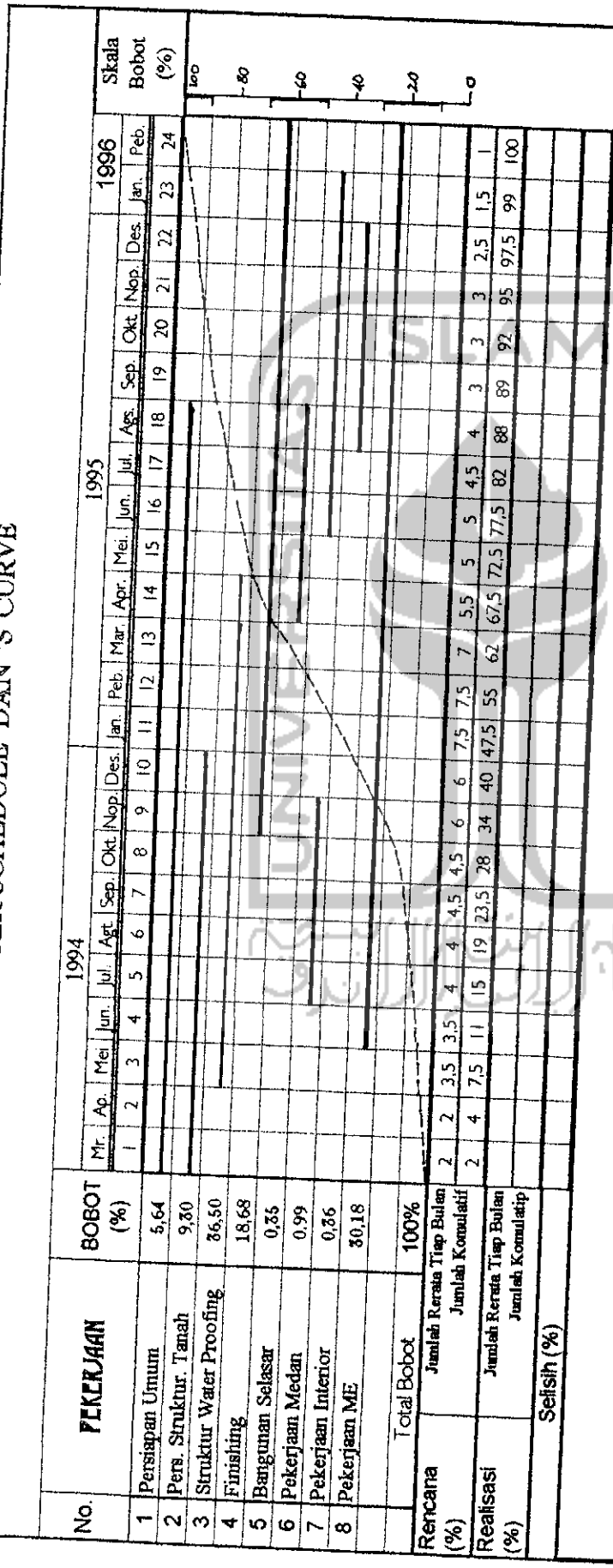
Bar-Chart merupakan sebuah metode yang paling sederhana baik pembuatannya maupun cara pembacaannya dan dapat dibuat sesuai kebutuhan suatu saat, mulai dari Master Schedule, Schedule Bulanan, Schedule Mingguan bahkan Schedule Harian. Sistem ini biasanya juga sering digunakan pada tahapan sebelum tender karena sangat bermanfaat guna mengetahui secara global waktu pelaksanaan proyek. Beberapa keuntungan dalam pemakaian Bar-Chart adalah sebagai berikut ini (Asiyanto, 1993).

- a. Mudah pembuatannya.
- b. Mudah pembacaannya.
- c. Sangat cocok untuk kegiatan-kegiatan yang sederhana.

Kendatipun demikian dalam prakteknya ada beberapa kerugian pada pemakaian Bar-Chart yakni sebagai berikut ini.

- a. Kurang memberi gambaran dari ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya.
- b. Tidak diketahui kegiatan yang kritis.
- c. Sulit dimonitor bila terjadi penyimpangan pada pertengahan kegiatan.
- d. Tidak dapat mengetahui adanya tenggang waktu untuk kegiatan yang tidak kritis.

MASTER SCHEDULE DAN 'S' CURVE



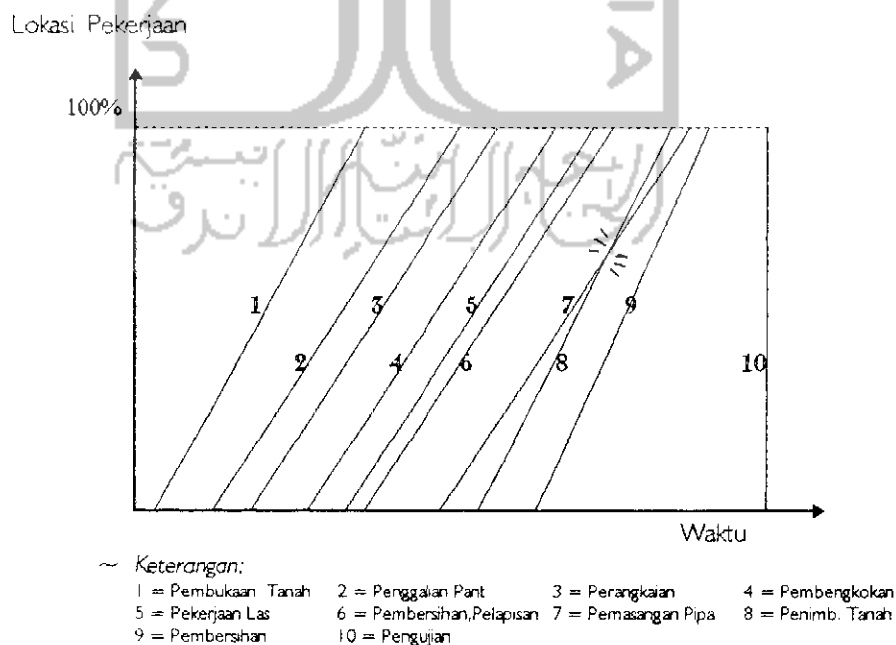
Gambar 2.1. Penggunaan Bar-Chart & Kurve 'S'



2.2.2. Vertical Production Method (VPM)

Vertical Production Method (VPM) dalam konsepnya dianggap mempunyai kesamaan dengan Linear Scheduling Method. Demikian juga dalam praktek VPM sering dikenal dengan sebutan *Time and Location Diagram Method (TLDM)*, adalah sangat baik apabila digunakan pada kegiatan linier dan berulang-ulang, seperti untuk terowongan, jalur pipa, jalan raya (M. Ichwan Saad, 1993). Gambar 2.2. menunjukkan penggunaan Diagram VPM pada proyek jalur pipa (Donald S. Barrie, 1984).

Sumbu vertikal menggambarkan kemajuan (bobot) komulatif atau prosentase yang telah diselesaikan untuk berbagai macam kegiatan. Masing-masing garis miring menunjukkan kegiatan, mulai pembukaan tanah, penggalian tanah, perangkaian, menunjukkan kegiatan, mulai pembukaan tanah, penggalian tanah, perangkaian,



Gambar 2.2. Pekerjaan Jalur Pipa dengan VPM

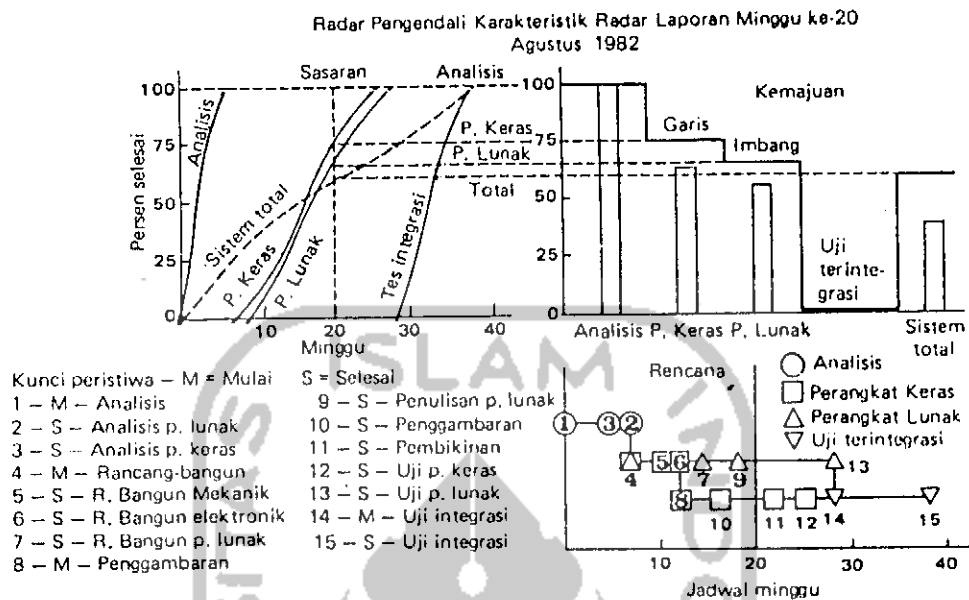
pekerjaan las, pemasangan pipa dan penimbunan kembali pada suatu jalur pipa. Selama garis miring itu mempunyai kemiringan yang sama atau berkurang dan bilamana terus bergerak ke kanan, maka proyek itu akan berjalan memuaskan. Namun, bila perencanaan yang dini memperlihatkan adanya satu kegiatan yang mendahuluinya maka akan terjadi konflik pada bagian kegiatan ke delapan dengan ke tujuh yakni mulai bertabrakan, setelah masing-masing kegiatan penyelesaian 70%.

2.2.3. Metode Line of Balance

Metode Penjadualan Linier dianggap mempunyai hubungan kesamaan dengan metode *Line of Balance*, yang sering digunakan pada industri manufaktur dan pengendalian produksi guna mengevaluasi laju aliran produksi barang jadi (David W. Johnston, 1981). Sedangkan metode *Line of Balance* sendiri mempunyai kemiripan dengan *Net Work Aktivitas* pada diagram produksinya, dan *Bar-Chart* pada diagram kemajuan (Michael T. Callahan dkk, 1992), selengkapnya dapat dicermati pada Gambar 2.3.

Untuk setiap saat (titik waktu) LOB memuat unsur-unsur grafikal sebagai berikut ini (Victor G. Hajek, 1984).

- a. Bagan sasaran (*objective chart*), yakni bagan dari jadual proyeksi prestasi (prosentase) yang menjadi sasaran atau target terhadap waktu, misalnya dalam proyek produksi banyaknya barang yang harus dihasilkan.



Gambar 2.3. Diagram *Line of Balance* untuk modul pengendali karakteristik radar

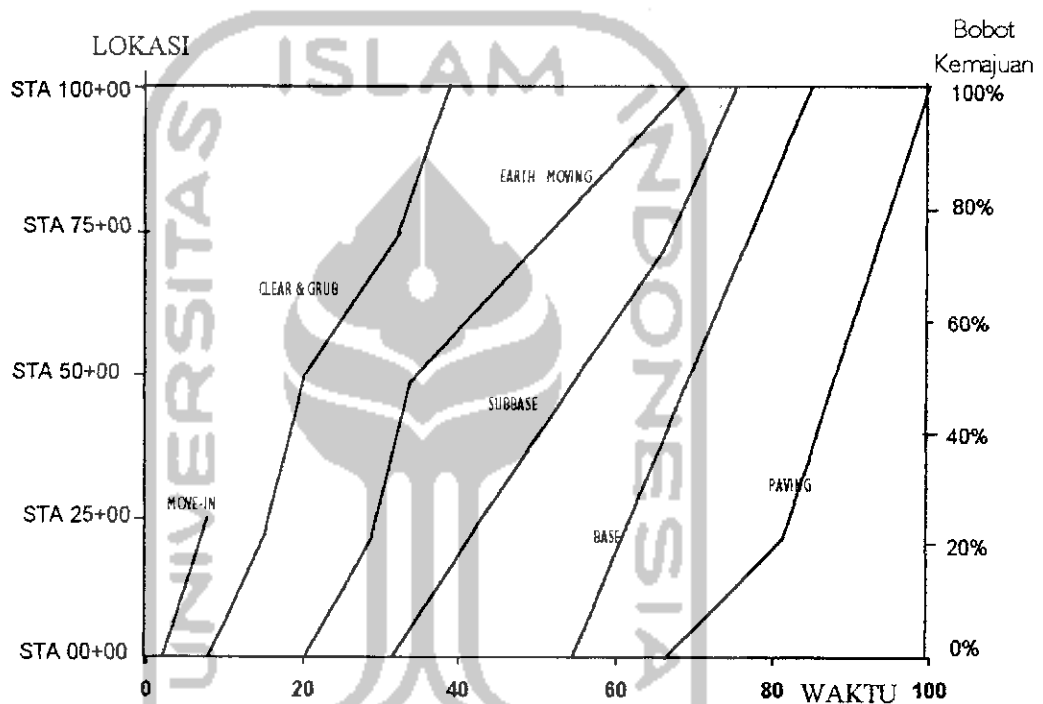
- b. Bagan kemajuan (*progress chart*), yakni gambaran dari prosentase kegiatan yang telah selesai secara kumulatif, hal ini berkaitan dengan rencana yang telah ada.
- c. Rencana (*plan*), yakni bagan dari jenis kegiatan terhadap jadwal waktu.

Berbagai variasi dari sistem pelaporan *Line of Balance* seringkali dipergunakan untuk program pengembangan. Akan tetapi pada dasarnya kesemuanya memberi jenis pelaporan yang sama.

2.3. Metode Penjadualan Linier

Metode Penjadualan Linier yang dikemukakan sebagai upaya mencari alternatif dari model Bar-Chart khususnya pada proyek jalan dalam implementasinya diprediksi lebih cocok, mengingat metode Penjadualan Linier mempunyai karakteristik yang cocok dengan pekerjaan proyek jalan yakni *menerus* dan *berulang* (linier). Pada

Gambar 2.4. menunjukkan contoh penggunaan diagram dengan Metode Penjadualan Linier.



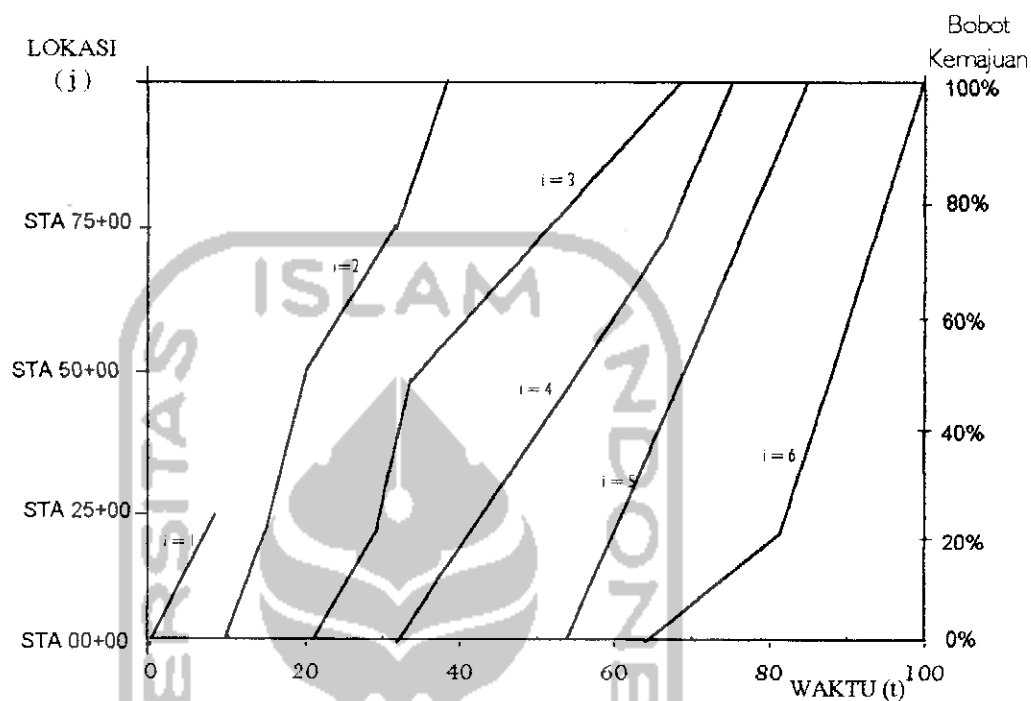
Gambar 2.4. Diagram Penjadualan Linier Pada Proyek Jalan

Pada diagram tersebut tampak bahwa *sumbu horizontal* menunjukkan *Waktu*, sedangkan *sumbu vertikal* menunjukkan *Lokasi*. Yang dimaksud Lokasi di sini adalah merupakan ukuran kemajuan pelaksanaan proyek. Sedangkan satuan waktu bisa digunakan dalam jam, hari, minggu atau bulan, tergantung dari level jadual kerja yang diinginkan.

Garis miring (diagonal) adalah menunjukkan aktivitas atau kegiatan sedangkan sudut kemiringannya memperlihatkan tingkat produksi terhadap waktu. Penyelesaian waktu untuk tiap-tiap pekerjaan merupakan fungsi dari rata-rata kemajuan dan kuantitas kerja untuk diselesaikan.

Oleh karena itu dalam Metode Penjadualan Linier dapat diketahui secara jelas hubungan antara *kegiatan, waktu dan lokasi*. Selanjutnya akan terlihat secara jelas pula keterkaitan dan keterikatan antara ketiga unsur tersebut, sehingga suatu kegiatan dapat dilihat kapan harus dilaksanakan dan di mana lokasi dari kegiatan tersebut.

Diagram metode Penjadualan Linier adalah memperbandingkan antara waktu dan lokasi. Perubahan dalam lokasi per satuan waktu merupakan suatu ukuran kemajuan kegiatan (proyek). Untuk mengetahui unsur-unsur dasar pembentuk Metode Penjadualan Linear secara sederhana dapat dicermati terlebih dahulu Gambar 2.5. berikut ini.



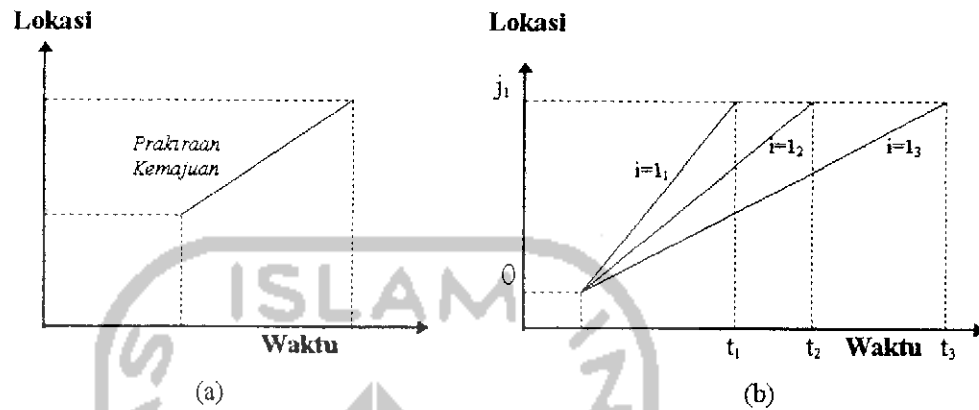
Gambar 2.5. Diagram Metode Penjadwalan Linier

Garis Miring menunjukkan aktivitas atau kegiatan (i), sedangkan sudut kemiringan memperlihatkan tingkat produksi terhadap waktu (r_i). Secara umum dapat dirumuskan sebagai: r_{ij} yang berarti *produktifitas* i pada *lokasi* j (Russell & Caselton, 1981).

~ Dimana : $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

$j = 1, 2, 3, \dots, m$.

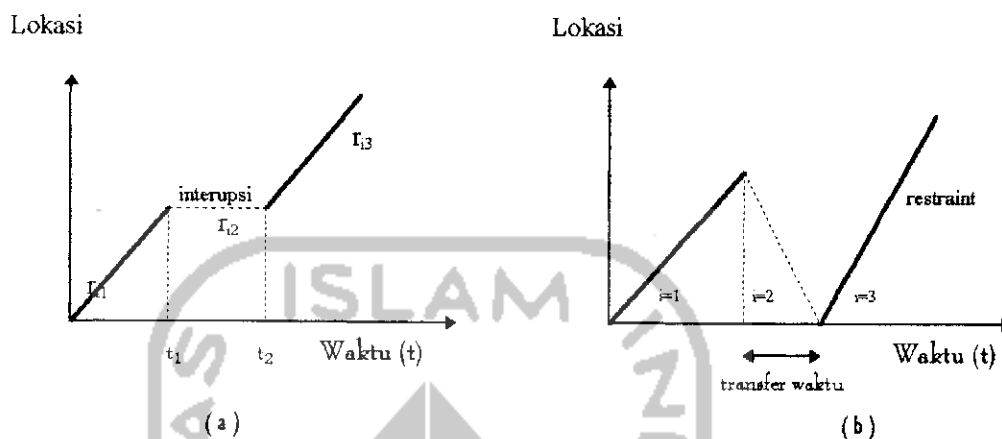
Kemajuan yang telah ditetapkan dapat digambarkan sebagaimana pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Penggambaran Garis Kemajuan Kegiatan

2.3.1. Interupsi dan Restraint

Interupsi terjadi bila $r_{ij} = 0$, yakni adanya kegiatan akan tetapi tingkat produktifitas nol, misalkan saat perbaikan alat, ketika perbaikan alat dilakukan maka diperlukan waktu perbaikan akan tetapi tingkat produktifitas kegiatan (proyek) adalah nol. Pada Gambar 2.7. (a), menunjukkan ketika interupsi terjadi. Sedangkan *Restraint* adalah suatu aktivitas yang tergantung pada keterbatasan sumber daya, yang hanya bisa dimulai apabila aktivitas sebelumnya telah selesai dan kadang-kadang perlu interupsi guna mobilisasi peralatan (Callahan, 1992). Dari Gambar 2.7. (b) aktivitas 3 tergantung dari selesainya aktivitas 1 dan terjadi interupsi.

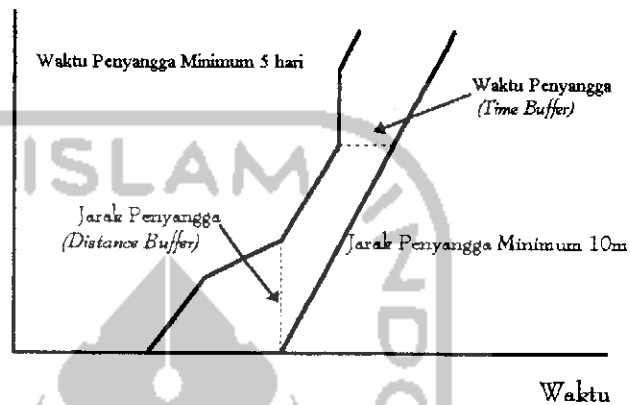


Gambar 2.7. (a) Diagram Terjadinya Interupsi
(b) Diagram Terjadinya Restraint

2.3.2. Buffer (Penyangga)

Kegiatan dalam suatu proyek senantiasa dilaksanakan secara berkesinambungan menjadi suatu rangkaian penyelesaian. Adakalanya suatu kegiatan dapat dilakukan secara menerus tanpa perlu berhenti/menunggu dalam meneruskan pekerjaan berikutnya. Akan tetapi sebaliknya, antar pelaksanaan kegiatan terkadang dibutuhkan waktu tertentu, seperti perawatan peralatan atau keterbatasan material. Pada kondisi seperti inilah diperlukan *buffer* (penyangga) sebagai waktu selang (*spacing*) yang dibutuhkan antar kegiatan tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dicermati Gambar 2.8. (Michael T. Callahan dkk, 1992).

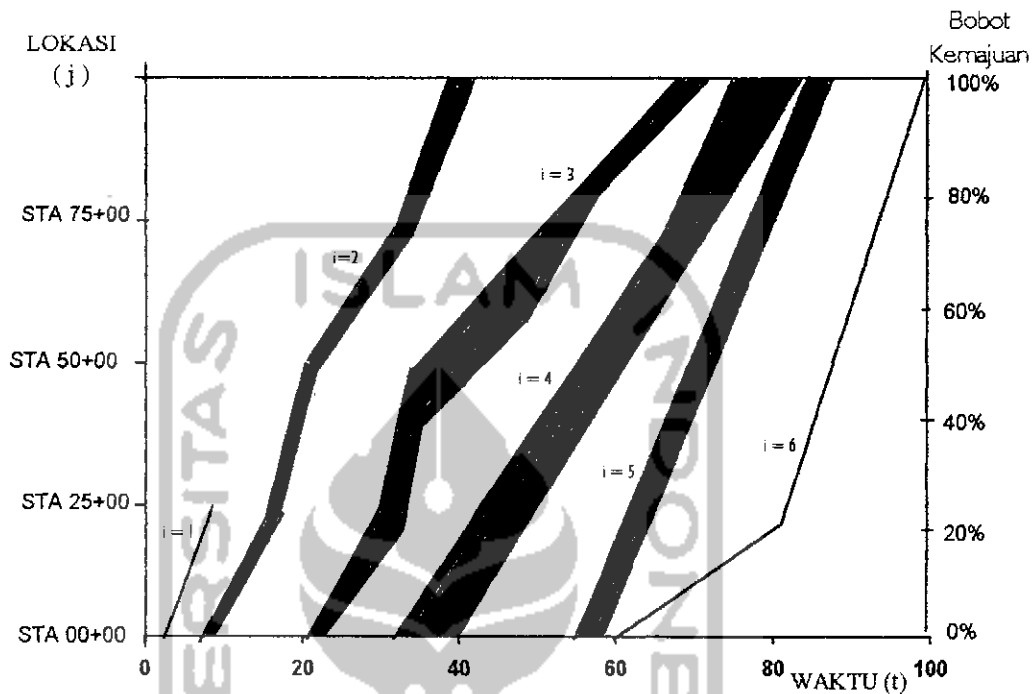
Lokasi



Gambar 2.8. Diagram Kegiatan Menerus Diantara Kegiatan i dan $i + 1$.

Pada proyek Jalan, pekerjaan *sub grade*, *sub base*, *base* dan *surface* merupakan kegiatan yang menerus dan berurutan. Demikian juga antar kegiatan tersebut memerlukan jarak waktu (selang) ataupun lokasi antar kegiatan. Misalnya, kegiatan *base* pada suatu lokasi/STA tertentu yang diikuti oleh kegiatan *surface* di atasnya. Kegiatan *surface* baru dapat dilakukan bila kegiatan *base* selesai dan telah memenuhi persyaratan pembebanan, begitu pula dengan lokasi/STA untuk memulainya.

Penyangga juga digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang kritis. Suatu kegiatan yang kritis dalam Metode Penjadualan Linier mempunyai penyangga minimal baik pada awal maupun akhir kegiatan.



Gambar 2.9. Aktual Buffer Pada Pelaksanaan Proyek

2.3.3. Sumber Daya

Pada dasarnya setiap *Time Schedule* yang digunakan dalam pengendalian waktu pelaksanaan suatu proyek, harus didukung dengan schedule sumber daya. Hubungan antara schedule sumber daya dengan time schedule yang disusun adalah pada perhitungan duration tiap kegiatannya. Suatu proyek agar dapat dikendalikan sesuai dengan schedule-nya, maka penting sekali untuk diketahui secara teliti type atau jenis dan jumlah sumber daya yang akan diperlukan.

Sumber daya yang dimaksudkan di sini meliputi tenaga kerja, material dan peralatan yang digunakan untuk memproduksi suatu pekerjaan, sehingga diperoleh

hasil tertentu sesuai dengan yang direncanakan. Pengelolaan sumber daya tergantung dari metode yang digunakan dan jenisnya pekerjaan.

Pada metode Penjadualan Linier sumber daya yang dikelola merupakan variabel input. Lebih lanjut dapat diuraikan bahwa dengan memasukkan beberapa harga sumber daya pada fungsi tingkat produktivitas, maka akan diperoleh berbagai waktu penyelesaian tiap kegiatan.

2.3.4. Perencanaan Waktu

Aktivitas (i) dilaksanakan dari lokasi (j) menuju $j+1$ secara berkesinambungan, sedangkan waktu yang diperlukan adalah $W(i,j)$ yang merupakan fungsi dari sumber daya.

Dalam perencanaan penjadualan waktu dapat menggunakan satuan *jam*, *hari*, *minggu* ataupun *bulan*. Hal ini tergantung kesesuaiannya dengan satuan waktu yang digunakan pada pelaksanaan proyek dan tingkat kerincian jadual kerja yang diinginkan. Akan tetapi sampai saat ini *hari* merupakan satuan waktu yang paling umum dipergunakan untuk penjadualan pelaksanaan proyek.

Penjadualan waktu pada metode Penjadualan Linier dapat juga berdasarkan *Hari Kalender*, yang dapat diartikan bahwa pada hari libur dan akhir minggu tidak ada kegiatan. Oleh karena itu apabila penjadualan dengan menggunakan *Hari Kalender* dilakukan maka diperlukan perhatian tersendiri. Hal ini mengingat bahwa apabila terjadi cuaca buruk ataupun banyak hari libur maka pekerjaan akan terjadi kelambatan, atau justru sebaliknya apabila ternyata cuaca baik sedangkan hari libur

(selain hari minggu) jarang maka kegiatan berdampak lebih cepat, yang pada akhirnya diperlukan penggeseran hari kerja baik ke depan maupun ke belakang dalam jadual berdasarkan hari kalender tersebut.

2.3.5. Kemajuan Proyek

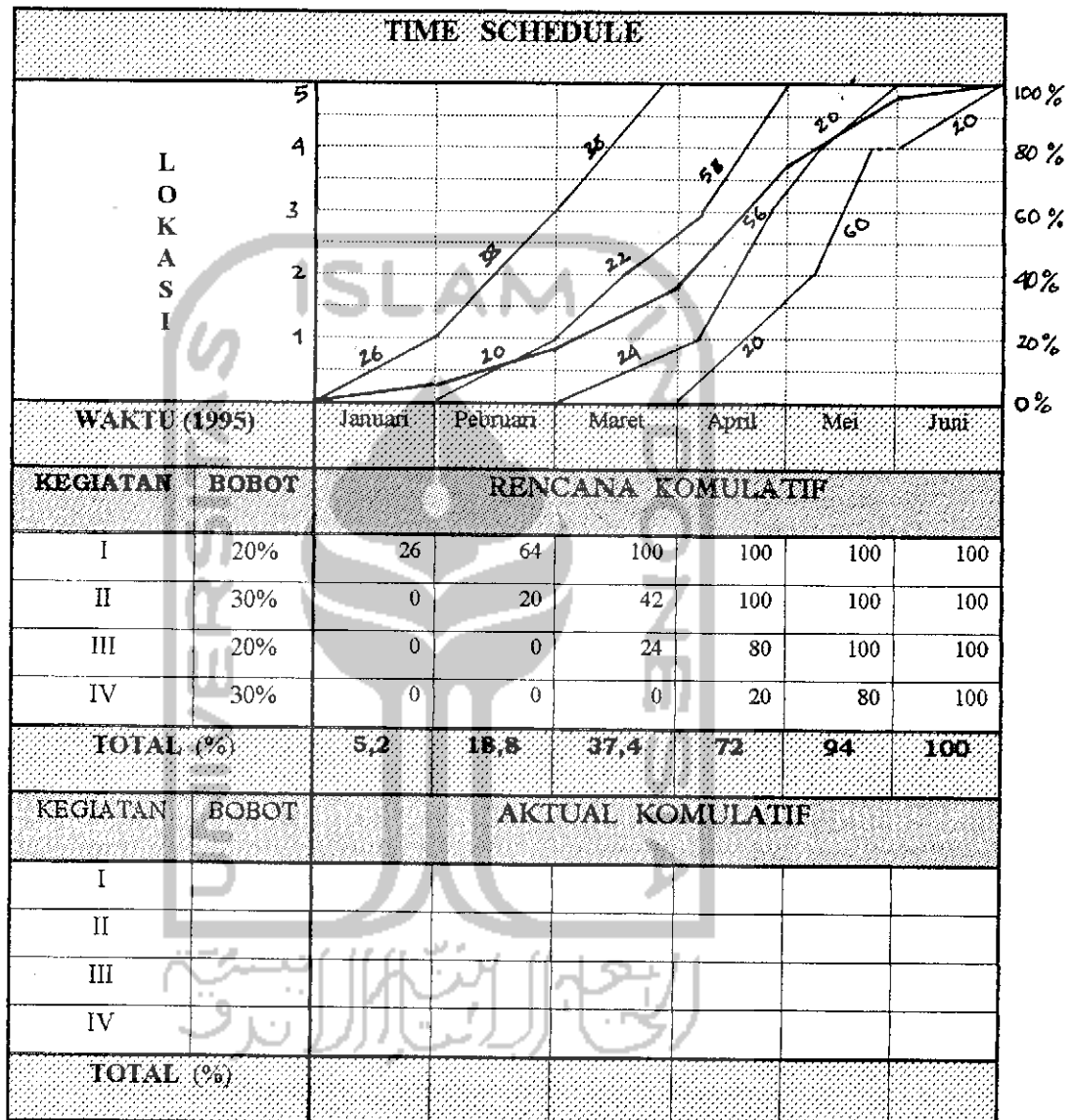
Kemajuan suatu proyek adalah merupakan hasil yang diperoleh dalam melaksanakan pekerjaan dari proyek tersebut pada suatu saat. Kemajuan tersebut seringkali dibuat pada suatu skala kemajuan yang periodik. Hal ini bertujuan guna mengetahui laju pelaksanaan pekerjaan apakah laju pelaksanaan pekerjaan tersebut masih sesuai dengan jadual rencana yang dipakai sebagai acuan, sehingga bila terjadi penyimpangan bisa dilakukan antisipasi dengan baik. Demikian pula hingga saat ini proses pembayaran terminj ditentukan dari hasil komulatif kemajuan pekerjaan yang telah dilaksanakannya, yang lazim disebut "*prestasi (proyek)*". Selain itu, dengan membuat skala kemajuan suatu proyek, bisa diketahui "*prestasi (produktivitas)*" dari masing-masing pekerja (biasanya group pekerja) apakah masih sesuai dengan anggaran rinci yang telah dibuat pada Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Laju produksi atau tingkat kemajuan suatu proyek secara ideal digambarkan sebagai "*Kurve-S*". *Kurve-S* ini merupakan fungsi komulatif biaya pekerjaan terhadap biaya keseluruhan, yang biasanya ditunjukkan pada sumbu vertikal yang dinyatakan dalam % (prosen), dan fungsi waktu (lamanya penyelesaian kegiatan) yang biasanya ditunjukkan pada sumbu horizontal.

Penjadualan kegiatan yang memuat Kurve-S ini, biasanya merupakan salah satu diantara beberapa dokumen yang harus disertakan dalam kontrak. Khususnya pada metode Penjadualan Linier penggambaran Kurve-S dapat dicermati pada Gambar 2.10 (Henry Wardana, 1994).

Pembuatan Laporan kemajuan dengan menggunakan metode Penjadualan Linier ini dilakukan dengan memplotkan pelaksanaan suatu kegiatan yang telah diselesaikan dari suatu lokasi ke lokasi selanjutnya terhadap waktu. Prosentase (%) bobot pekerjaan pada masing-masing lokasi terhadap biaya pekerjaan tersebut dihitung dan langsung dituliskan besarnya pada gambar. Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan pada kegiatan lainnya dan bobot pekerjaan yang telah diselesaikan pada masing-masing kegiatan dijumlahkan secara komulatif persatuan waktu (hari, minggu, dan bulan). Kemudian dijumlahkan secara keseluruhan dan diplotkan dalam diagram.

Selama proyek masih mengikuti jadwal yang layak serta sepanjang waktu yang telah terbuang dapat dikejar kembali, maka tidak perlu menggambar lagi diagram jadwal tersebut. Namun demikian, bila waktu yang terbuang tersebut dianggap tidak dapat dikejar kembali, maka perlu dibuat diagram baru. Mengingat diagram Penjadualan Linier ini cukup sederhana, maka proses penjadualan ulang yang dilakukan tidak menyita waktu yang berlebihan, bahkan bila telah tersedia format berkala, hal ini merupakan efisiensi yang layak dilakukan.



Gambar 2.10. Penggambaran Penjadualan Linier Schedule Method dengan Kurve-S.

2.4. Prosedur Penjadualan

Perencanaan penjadualan proyek pada dasarnya merupakan simulasi proyek.

Demikian pula terhadap perencanaan penjadualan dengan metode Penjadualan Linier,

hanya saja pada penentuan waktu penyelesaian tiap kegiatan dinyatakan dalam fungsi sumber daya.

Adapun tahapan penjadualan yang dimaksudkan adalah sebagai berikut ini (Henry Wardana, 1994).

1. Proyek dibagi menjadi beberapa kelompok bagian proyek, yang selanjutnya disebut level ke-1. Kemudian dari masing-masing kelompok bagian proyek dibagi lagi menjadi level ke-2, yaitu dalam kelompok kegiatan dan seterusnya sampai dengan level tertentu, tergantung dari informasi yang dibutuhkan.
2. Menentukan logika ketergantungan antar masing-masing kegiatan.
3. Menentukan volume atau kuantitas dari masing-masing item kegiatan, sehingga dapat ditentukan metode yang paling sesuai untuk kondisi kegiatan atau proyek tersebut.
4. Dari metode pelaksanaan dapat ditentukan produktivitas kegiatan terhadap satuan waktu.
5. Menyeimbangkan lintasan produksi, yang dipertimbangkan waktu yang paling cepat untuk mulai suatu kegiatan pada lokasi tertentu.

2.5. Penyajian Model Matematik

Penyajian model matematik merupakan alat manajemen yang bersifat kuantitatif. Penyajian model matematik dapat diartikan sebagai metode dalam mereduksi asumsi-asumsi persoalan ke dalam rumusan atau bentuk matematis, sehingga persoalan-persoalan tersebut bisa diterjemahkan dan dijabarkan/dirumuskan

serta diperhitungkan secara kuantitatif. Pada metode Penjadualan Linier dalam studi ini, penyajian model matematis di sini guna mencari optimasi dari masukan-keluaran. Sedangkan pemodelan secara matematik dalam studi ini adalah diambil dari pemodelan matematis yang dikembangkan Slome Silinger (1980), dalam studinya "*Construction Planning for Linear Projects*".

Pada metode Penjadualan Linier sebagaimana telah diketahui bahwa sumbu vertikal menunjukkan Lokasi (j) dan sumbu horizontal menunjukkan Waktu (t). Sedangkan kegiatan (pekerjaan) diberi notasi i , sehingga banyaknya kegiatan yang ada adalah $i = 1, 2, 3, \dots, n$ sesuai dengan urutan kegiatan. Demikian juga terhadap lokasi j bahwa posisi lokasi ditunjukkan $j = 1, 2, 3, \dots, m$.

Secara singkat dapat ditunjukkan bahwa kegiatan i dapat dirumuskan :

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, m \quad \dots\dots\dots(2)$$

Misalkan, $(i,1)$; $(i,2)$; $(i,3)$, . . . , (i,m) , hal ini berarti menunjukkan bahwa kegiatan i pada lokasi 1, kegiatan i pada lokasi 2, . . . , dan seterusnya.

Pada dasarnya produktivitas dari suatu sumber daya adalah merupakan banyaknya volume pekerjaan yang dihasilkan pada suatu kegiatan dibagi satuan waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian kegiatan tersebut. Dari pengertian tersebut selanjutnya dapat dijabarkan bahwa kebutuhan jam-kerja atau hari kerja per satuan sumber daya

yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan pada tiap-tiap lokasi $W_{(i,j)}$ dapat dijabarkan sebagai:

$$W_{(i,j)} = \frac{V_{(i,j)}}{P_{(i,j)}} \quad (3)$$

~ Dimana :

$V_{(i,j)}$ = volume pekerjaan yang dihasilkan

$P_{(i,j)}$ = produktivitas sumber daya

Sumber daya yang dimaksudkan di sini adalah tenaga manusia juga manusia dengan alat (mesin), masing-masing dalam komposisi yang bervariasi.

Bila r_i adalah besarnya sumber daya yang ditempatkan pada suatu kegiatan, maka waktu penyelesaian kegiatan (i,j) adalah :

$$d_{(i,j)} = k_i u_i \frac{W_{(i,j)}}{r_i} \quad (4)$$

~ Dimana:

$i = 1, 2, 3, \dots, n.$

$j = 1, 2, 3, \dots, m.$

$r_i = r_i^{(1)} ; r_i^{(2)} ; r_i^{(3)} ; \dots ; r_i^{(a)} ; \dots ; r_i^{(q)}$

(q_i adalah alternatif jumlah sumber daya maksimum yang ditempatkan pada kegiatan I).

Pada persamaan (4), k_i adalah merupakan faktor konversi dari *jam-kerja* menjadi *jam-hari*, sehingga k_i merupakan konversi dari jumlah jam-hari per hari untuk kegiatan i .

Sedangkan u_i adalah faktor konversi dari penggunaan suatu sumber daya tertentu terhadap sumber daya yang lainnya, sehingga semua penggunaan sumber daya dikonversikan dalam tenaga kerja.

Apabila waktu start (mulai) kegiatan (i,j) dinyatakan sebagai $S_{(i,j)}$, sedangkan waktu finish (selesai) kegiatan (i,j) dinyatakan sebagai $f_{(i,j)}$, maka dari persamaan (4) dapat dirumuskan sebagai berikut ini.

$$f_{(i,j)} = S_{(i,j)} + d_{(i,j)} \dots\dots\dots (5)$$

Bahwa kegiatan dalam hal ini dilaksanakan secara menerus, sehingga hubungan antara waktu mulai dengan selesainya kegiatan dapat dinyatakan sebagai berikut ini.

$$f_{(i,j)} = S_{(i,j-1)} \dots\dots\dots (6)$$

Sedangkan hubungan antar kegiatan dalam suatu lokasi adalah paling dini dimulainya suatu kegiatan i adalah setelah selesainya kegiatan sebelumnya $(i - 1)$, sebagaimana ditunjukkan dalam rumusan berikut ini.

$$S_{(i,j)} \geq f_{(i-1,j)} \dots\dots\dots (7)$$

Misalkan suatu Proyek tersebut waktu mulainya sama dengan waktu mulai kegiatan $(1,1)$ maka pada perhitungan dapat ditulis sebagai $S_{(i,j)} = 0$. Waktu tersebut dapat disesuaikan lagi dengan tanggal kalender dimulainya proyek yang sebenarnya (waktu aktual proyek).

Sebuah vektor $S_i^{(a)}$ digambarkan sebagai berikut:

$$S_i^{(a)} = S_{(i,1)}^{(a)}, S_{(i,2)}^{(a)}, \dots, S_{(i,m)}^{(a)} \dots\dots\dots(8)$$

Elemen-elemen dari vektor tersebut memenuhi kendala $r_i = r_i^{(a)}$, yang berarti elemen $S_i^{(a)}$ merupakan waktu mulainya kegiatan-kegiatan pada lintasan i , dengan menggunakan sejumlah tenaga kerja $r_i^{(a)}$.

Sedangkan $S_i^{(a)*}$ yang elemen-elemennya merupakan merupakan waktu start (mulai paling dini) diantara semua alternatif vektor $S_i^{(a)}$ yang menggunakan sumber daya $r_i = r_i^{(a)}$ yang dirumuskan sebagai berikut:

$$S_i^{(a)*} = S_{(i,1)}^{(a)*}, S_{(i,2)}^{(a)*}, \dots, S_{(i,m)}^{(a)*} \dots\dots\dots(9)$$

$$S_i^{(a)*} = S_i^{(a)} - L_i^{(a)} \dots\dots\dots(10)$$

Untuk $S_i^{(a)}$ dilaksanakan pada waktu yang paling dini $= S_i^{(a)*}$, maka $S_i^{(a)}$ digeser sejauh mungkin ke kiri, yaitu sebesar:

$$L_i^{(a)} = \max (L_i^{(a/b^*)}) \dots\dots\dots(11)$$

~ Dimana:
 $b^* = 1, 2, 3, \dots, r_i$

$L_i^{(a/b^*)}$ merupakan harga yang paling kecil dari selisih waktu mulai kegiatan i pada lokasi j dengan waktu mulai kegiatan sebelumnya i pada lokasi $j+1$ serta alternatif jumlah tenaga kerja (sumber daya).

$$L_i^{(a/b^*)} = \min (S_{(i,j)}^{(a)} - S_{(i-1,j+1)}^{(b)^*}) \dots\dots\dots (12)$$

~ Dimana : $j = 1, 2, 3, \dots, m$

$$b(a)_{(i-1)} = b^* \dots\dots\dots (13)$$

Waktu keseluruhan proyek adalah T diambil dari harga minimum $f_{(n,m)}^{r_1}$, dimana $f_{(n,m)}^r$ merupakan waktu selesainya kegiatan-kegiatan n pada lokasi m . Setelah harga minimum diperoleh, maka dapat ditentukan waktu keseluruhan lokasi pada kegiatan tersebut yang menggunakan sumber daya tertentu serta dipengaruhi oleh alternatif sumber daya tertentu atau $b(a)_{(i-1)}$ pada kegiatan sebelumnya. Langkah tersebut diulangi sampai kegiatan awal, sehingga didapatkan waktu optimal untuk penyelesaian proyek.

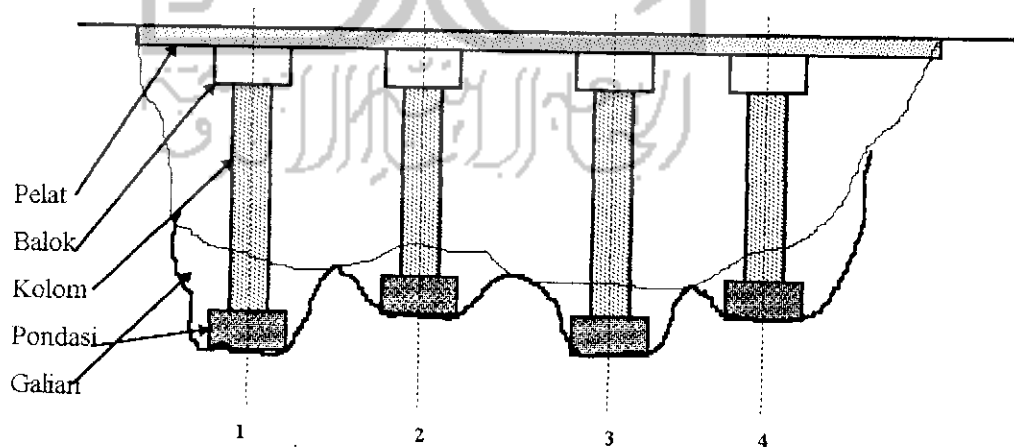
2.5.1. Aplikasi Model Matematik

Berikut ini disajikan contoh penerapan model matematik sebagaimana tersebut di atas, untuk kasus proyek Jembatan (*Slome Selinger, 1981*).

Tabel 2.1. Data Dasar sebagai contoh Proyek Linier

Lintasan Produksi	Jam Kerja Yang Diperlukan				Jumlah Tenaga Kerja				Jam Kerja Per Hari
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$	
1. Galian	600	750	520	800	6				8
2. Pondasi	920	960	840	800	10	8	6		8
3. Kolom	1 450	1 200	1 800	1 400	10	12	14		8
4. Balok	480	520	570	450	7	6	5	4	8
5. Pelat	0	1 140	940	1 200	9	8			8

Sumber: *Slome Selinger,*
Journal of The Construction Division, 1981.



Gambar 2.11. Contoh Proyek Jembatan (Proyek Linier)

Perhitungan:

Misalkan awal pekerjaan adalah = 0.

$$S_{(1,1)}^{(1)} = 0$$

$$S_{(1,2)}^{(1)} = 0 + \frac{1}{8} \times \frac{600}{6} = 12,5$$

$$S_{(1,3)}^{(1)} = 12,5 + \frac{1}{8} \times \frac{750}{6} = 28,1$$

$$S_{(1,4)}^{(1)} = 28,1 + \frac{1}{8} \times \frac{520}{6} = 38,9$$

$$S_{(1,5)}^{(1)} = 12,5 + \frac{1}{8} \times \frac{800}{6} = 55,6$$

$$S_1^* = S_1^{(1)*} = S_1^{(1)} = (0 ; 12,5 ; 28,1 ; 38,9 ; 55,6)$$

Dimana $L_1^{(1)} = 0$

Misalkan $S_{(2,1)}^{(1)} = 20$

$$S_{(2,2)}^{(1)} = 20 + \frac{1}{8} \times \frac{920}{10} = 31,5$$

$$S_{(2,3)}^{(1)} = 31,5 + \frac{1}{8} \times \frac{960}{10} = 43,5$$

$$S_{(2,4)}^{(1)} = 43,5 + \frac{1}{8} \times \frac{840}{10} = 54$$

$$S_{(2,5)}^{(1)} = 54 + \frac{1}{8} \times \frac{800}{10} = 62$$

$$L_2^{(1/b)^*} = \text{Min} (S_{(2,j)}^{(1)} - S_{(i,j+1)}^{(b)^*}); \text{ dimana } b = 1$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_2^{(1/1)^*} = \text{Min} [(20-12,5); (31,5-28,1); (43,5-38,9); (54-55,6)]$$

$$L_2^{(1)} = \text{Min} [7,5; 3,4; 4,6; -1,6] = -1,6$$

$$\begin{aligned} S_2^{(1)^*} &= S_2^{(1)} - L_2^{(1)} \\ &= (21,6; 33,1; 45,1; 55,6; 63,6) \end{aligned}$$

$$\square b(1) = 1$$

Misalkan $S_{(2,1)}^{(2)} = 20$

$$S_{(2,2)}^{(2)} = 20 + \frac{1}{8} \times \frac{920}{8} = 34,4$$

$$S_{(2,3)}^{(2)} = 34,4 + \frac{1}{8} \times \frac{960}{8} = 49,4$$

$$S_{(2,4)}^{(2)} = 49,4 + \frac{1}{8} \times \frac{840}{8} = 62,5$$

$$S_{(2,5)}^{(2)} = 62,5 + \frac{1}{8} \times \frac{800}{8} = 75$$

$$L_2^{(2/b)^*} = \text{Min} (S_{(2,j)}^{(2)} - S_{(i,j+1)}^{(b)^*}); \text{ dimana } b = 1$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_2^{(2/1)^*} = \text{Min} [(20-12,5); (34,4-28,1); (49,4-38,9); (62,5-55,6)]$$

$$L_2^{(2)} = \text{Min} [7,5; 6,3; 10,5; 6,9] = 6,3$$

$$\begin{aligned}
 S_2^{(2)*} &= S_2^{(2)} - L_2^{(2)} \\
 &= (13,7 ; 28,1 ; 43,1 ; 56,2 ; 68,7) \\
 &\Rightarrow b(1)_1 = 1
 \end{aligned}$$

Misalkan: $S_{(2,1)}^{(3)} = 20$

$$S_{(2,2)}^{(3)} = 20 + \frac{1}{8} \times \frac{920}{6} = 39,2$$

$$S_{(2,3)}^{(3)} = 39,2 + \frac{1}{8} \times \frac{960}{6} = 59,2$$

$$S_{(2,4)}^{(3)} = 59,2 + \frac{1}{8} \times \frac{840}{6} = 76,7$$

$$S_{(2,5)}^{(3)} = 76,7 + \frac{1}{8} \times \frac{800}{6} = 93,4$$

$$L_2^{(3/b^*)} = \text{Min} \left(S_{(2,j)}^{(3)} - S_{(1,j+1)}^{(b^*)} \right); \text{ dimana } b = 1$$

$j = 1, 2, 3, 4.$

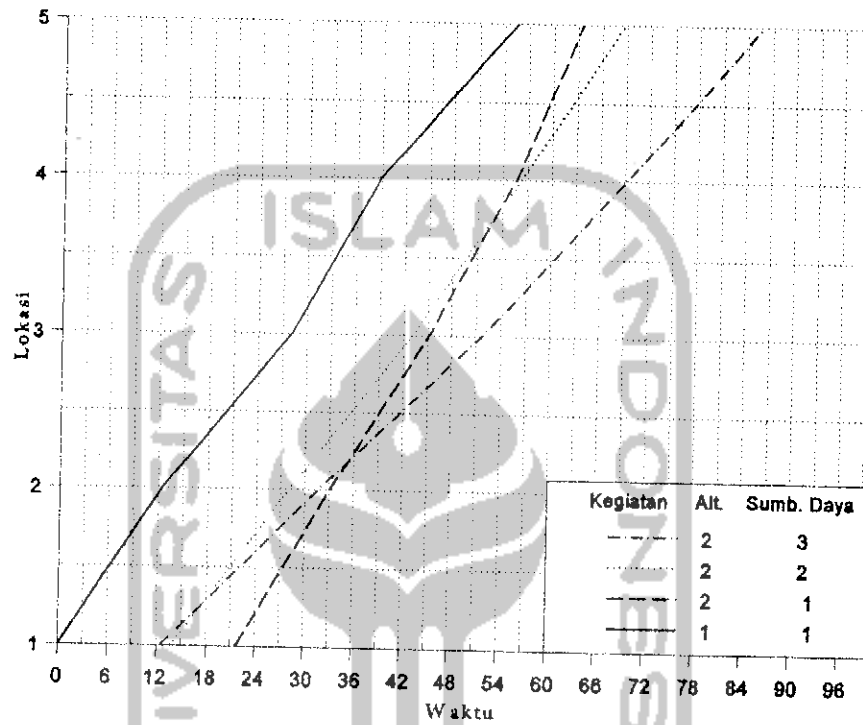
$$L_2^{(3/1^*)} = \text{Min} [(20-12,5) ; (39,2-28,1) ; (59,2-38,9) ; (76,7-55,6)]$$

$$L_2^{(3)} = \text{Min} [7,5 ; 11,1 ; 20,3 ; 21,1] = 7,5$$

$$S_2^{(3)*} = S_2^{(3)} - L_2^{(3)} = (12,5 ; 31,7 ; 51,7 ; 69,2 ; 85,9)$$

$$\Rightarrow b(3)_1 = 1$$

Lintasan $S_2^{(a)*}$ yang dipengaruhi $S_2^{(a)*}$ digambarkan dalam diagram berikut ini.



Gambar 2.12. Pengaruh Kegiatan -1 Pada Waktu Mulai Kegiatan -2 Yang Paling Dini

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الاستاذة الدكتورة
الاستاذة الدكتورة

Misalkan: $S_{(3,1)}^{(1)} = 30$

$$S_{(3,2)}^{(1)} = 30 + \frac{1}{8} \times \frac{1450}{10} = 48,1$$

$$S_{(3,3)}^{(1)} = 48,1 + \frac{1}{8} \times \frac{1200}{10} = 63,1$$

$$S_{(3,4)}^{(1)} = 63,1 + \frac{1}{8} \times \frac{1800}{10} = 85,6$$

$$S_{(3,5)}^{(1)} = 85,6 + \frac{1}{8} \times \frac{1400}{10} = 103,1$$

$$L_{(3)}^{(1/b^*)} = \text{Min} \left(S_{(3,j)}^{(1)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*} \right); \quad \text{dimana } b = 1$$

$j = 1, 2, 3, 4.$

$$L_{(3)}^{(1^*)} = \text{Min} [(30-33,1); (48,1-45,1); (63,1-55,6); (85,6-63,6)]$$
$$= \text{Min} [-3,1; 3; 7,5; 22] = -3,1$$

$$L_{(3)}^{(1/b^*)} = \text{Min} \left(S_{(3,j)}^{(1)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*} \right); \quad \text{dimana } b = 2$$

$j = 1, 2, 3, 4.$

$$L_{(3)}^{(1/2^*)} = \text{Min} [(30-28,1); (48,1-43,1); (63,1-56,2); (85,6-68,7)]$$
$$= \text{Min} [1,9; 5; 6,9; 20,8] = 6,9$$

$$L_{(3)}^{(1/b^*)} = \text{Min} \left(S_{(3,j)}^{(1)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*} \right); \quad \text{dimana } b = 3$$

$j = 1, 2, 3, 4.$

$$L_{(3)}^{(1/3^*)} = \text{Min} [(30-31,7); (48,1-51,7); (63,1-69,2); (85,6-85,9)]$$

$$L_3^{(1^*)} = \text{Min} [-1,7 ; -3,6 ; -6,1 ; -0,9] = -6,1$$

$$L_3^1 = \text{Max} [L_3^{(1^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1,2,3$$

$$= \text{Max} (-3,1 ; 1,9 ; -6,1) = -6,1$$

$$S_3^{(1)^*} = S_3^{(1)} - L_3^{(1)} = (28,1 ; 46,2 ; 61,2 ; 83,7 ; 101,2)$$

$$\Rightarrow b(1)_2 = 2$$

Misalkan : $S_{(3,1)}^{(2)} = 30$

$$S_{(3,2)}^{(2)} = 30 + \frac{1}{8} \times \frac{1450}{12} = 45,1$$

$$S_{(3,3)}^{(2)} = 45,1 + \frac{1}{8} \times \frac{1200}{12} = 57,6$$

$$S_{(3,4)}^{(2)} = 57,6 + \frac{1}{8} \times \frac{1800}{12} = 76,4$$

$$S_{(3,5)}^{(2)} = 76,4 + \frac{1}{8} \times \frac{1400}{12} = 91$$

$$L_3^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(2)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

$$L_3^{(2/1^*)} = \text{Min} [(30-33,1) ; (45,1-45,1) ; (57,6-55,6) ; (76,4-63,6)]$$

$$L_3^{(2/1^*)} = \text{Min} [-3,1 ; 0 ; 2 ; 12,8] = -3,1$$

$$L_3^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(2)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

$$L_3^{(2/2^*)} = \text{Min} [(30 - 28, 1) ; (45, 1 - 43, 1) ; (57, 6 - 56, 2) ; (76, 4 - 68, 7)]$$

$$L_3^{(2/b^*)} = \text{Min} [1, 8 ; 2 ; 1, 4 ; 7, 7] = 1, 4$$

$$L_3^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(2)} - S_{(2,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 3 \\ j = 1, 2, 3, 4$$

$$L_{(3)}^{(2/3^*)} = \text{Min} [(30 - 31, 7) ; (45, 1 - 51, 7) ; (57, 6 - 69, 2) ; (76, 4 - 85, 9)]$$

$$L_{(3)}^{(2/3^*)} = \text{Min} [-1, 7 ; -6, 6 ; -11, 6 ; -9, 5] = -11, 6$$

$$L_3^2 = \text{Max} [L_3^{(2/b^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3.$$

$$= \text{Max} (-3, 1 ; 1, 4 ; -11, 6) = 1, 4$$

$$S^{(2)^*} = S^{(2)} - L^{(2)} = (28, 6 ; 47, 7 ; 56, 2 ; 75 ; 89, 6)$$

$$\Rightarrow b(2)_2 = 2$$

Misalkan : $S_{(3,1)}^{(3)} = 30$

$$S_{(3,2)}^{(3)} = 30 + \frac{1}{8} \times \frac{1450}{14} = 42,9$$

$$S_{(3,3)}^{(3)} = 42,9 + \frac{1}{8} \times \frac{1200}{14} = 53,6$$

$$S_{(3,4)}^{(3)} = 53,6 + \frac{1}{8} \times \frac{1800}{14} = 69,7$$

$$S_{(3,5)}^{(3)} = 69,7 + \frac{1}{8} \times \frac{1400}{14} = 82,2$$

$$L_3^{(3/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(3)} - S_{(2,j+1)}^{(b)*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_3^{(3/1^*)} = \text{Min} [(30-33,1); (42,9-45,1); (53,6-55,6); (69,7-63,6)]$$

$$= \text{Min} [-3,1; -2,2; -2; 6,1] = -3,1$$

$$L_3^{(3/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(3)} - S_{(2,j+1)}^{(b)*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_3^{(3/2^*)} = \text{Min} [(30-28,1); (42,9-43,1); (53,6-56,2); (69,7-68,7)]$$

$$= \text{Min} [1,9; -0,2; -2,6; 1] = -2,6$$

$$L_3^{(3/b^*)} = \text{Min} [S_{(3,j)}^{(3)} - S_{(2,j+1)}^{(b)*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_3^{(3/3^*)} = \text{Min} [(30-31,7); (42,9-51,7); (53,6-69,2); (69,7-85,9)]$$

$$= \text{Min} [-1,7; -8,8; -15,6; -16,2] = -16,2$$

$$L_3^3 = \text{Max} [L_3^{(3/b^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3$$

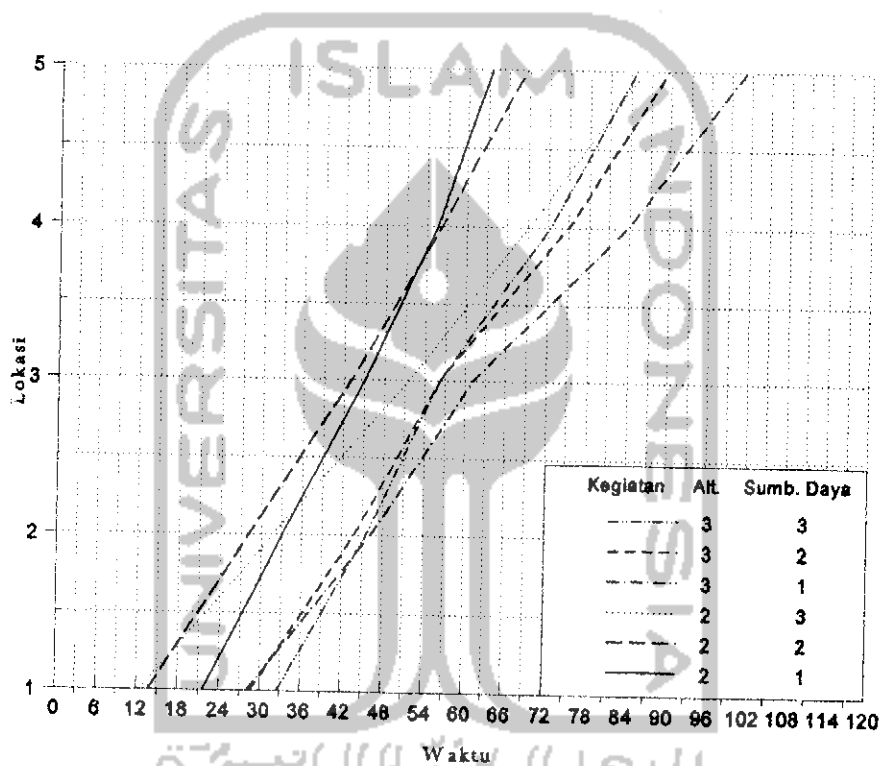
$$= \text{Max} (-3,1; -2,6; -16,2) = -2,6$$

$$S_3^{(3)*} = S_3^{(3)} - L_3^3 = (32,6; 45,5; 56,2; 72,3; 84,8)$$

$$\Rightarrow b(3)_2 = 2$$

Lintasan $S_3^{(a)*}$ yang dipengaruhi oleh $S_2^{(a)*}$ sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

13 berikut ini.



Gambar 2.13. Pengaruh Kegiatan-2 Pada Waktu Mulai Kegiatan-3 Yang Paling Dini

Misalkan $S_{(4,1)}^{(1)} = 50$

$$S_{(4,2)}^{(1)} = 50 + \frac{1}{8} + \frac{480}{7} = 58,6$$

$$S_{(4,3)}^{(1)} = 58,6 + \frac{1}{8} + \frac{520}{7} = 67,9$$

$$S_{(4,4)}^{(1)} = 67,9 + \frac{1}{8} + \frac{570}{7} = 78,1$$

$$S_{(4,5)}^{(1)} = 78,1 + \frac{1}{8} + \frac{450}{7} = 86,1$$

$$L_4^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(1)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

j = 1, 2, 3, 4

$$L_4^{(1/1^*)} = \text{Min} \left[(50-46,2); (58,6-61,2); (67,9-83,7); (78,1-101,2) \right]$$

$$= \text{Min} \left[3,8; -2,6; -15,8; -23,1 \right] = -23,1$$

$$L_4^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(1)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

j = 1, 2, 3, 4

$$L_4^{(1/2^*)} = \text{Min} \left[(50-43,7); (58,6-56,2); (67,9-75); (78,1-89,6) \right]$$

$$= \text{Min} \left[6,3; 2,4; -7,1; -11,5 \right] = -11,5$$

$$L_4^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(1)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 3$$

j = 1, 2, 3, 4

$$L_4^{(1/3^*)} = \text{Min} \left[(50-45,5); (58,6-56,2); (67,9-72,3); (78,1-84,8) \right]$$

$$= \text{Min} \left[4,5; 2,4; -4,4; -6,7 \right] = -6,7$$

$$L_4^1 = \text{Max} \left[L_4^{(1/b^*)} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3$$

$$= \text{Max} (-23,1; -11,5; -6,7) = -6,7$$

$$S_4^{(1)*} = S_4^{(1)} - L_4^{(1)} = (56,7 ; 65,3 ; 74,6 ; 84,8 ; 92,8)$$

$$\Rightarrow b(1)_3 = 3$$

Misalkan $S_{(4,2)}^{(2)} = 65$

$$S_{(4,2)}^{(2)} = 65 + \frac{1}{8} + \frac{480}{6} = 75$$

$$S_{(4,3)}^{(2)} = 75 + \frac{1}{8} + \frac{520}{6} = 85,8$$

$$S_{(4,4)}^{(2)} = 85,8 + \frac{1}{8} + \frac{570}{6} = 97,7$$

$$S_{(4,5)}^{(2)} = 97,7 + \frac{1}{8} + \frac{450}{6} = 107,1$$

$$L_4^{(2/b*)} = \text{Min} [S_{(4,j)}^{(2)} - S_{(3,j+1)}^{(b)*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_4^{(2/1*)} = \text{Min} [(65-46,2) ; (75-61,2) ; (85,8-83,7) ; (97,7-101,2)]$$

$$= \text{Min} [20,8 ; 13,8 ; 2,1 ; -3,5] = -3,5$$

$$L_4^{(2/b*)} = \text{Min} [S_{(4,j)}^{(2)} - S_{(3,j+1)}^{(b)*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_4^{(2/2*)} = \text{Min} [(65-43,7) ; (75-56,2) ; (85,8-75) ; (97,7-89,6)]$$

$$= \text{Min} [21,3 ; 18,8 ; 11,8 ; 8,1] = 8,1$$

$$L_4^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(4,j)}^{(2)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_4^{(2/3^*)} = \text{Min} [(65-45,5) ; (75-56,2) ; (85,8-72,3) ; (97,7-84,8)]$$

$$= \text{Min} [19,5 ; 18,8 ; 13,5 ; 12,9] = 12,9$$

$$L_4^2 = \text{Max} [L_4^{(2/b^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3$$

$$= \text{Max} (-3,5 ; 8,1 ; 12,9) = 12,9$$

$$S_4^{(2)^*} = S_4^{(2)} \cdot L_4^{(2)} = (52,1 ; 62,1 ; 72,9 ; 84,8 ; 94,2)$$

$$\Rightarrow b(2)_3 = 3$$

Misalkan $S_{(4,1)}^{(3)} = 65$

$$S_{(4,2)}^{(3)} = 65 + \frac{1}{8} + \frac{480}{5} = 77$$

$$S_{(4,3)}^{(3)} = 77 + \frac{1}{8} + \frac{520}{5} = 90$$

$$S_{(4,4)}^{(3)} = 90 + \frac{1}{8} + \frac{570}{5} = 104,3$$

$$S_{(4,5)}^{(3)} = 104,3 + \frac{1}{8} + \frac{450}{5} = 115,5$$



$$S_{(4,3)}^{(4)} = 80 + \frac{1}{8} + \frac{520}{4} = 96,3$$

$$S_{(4,4)}^{(4)} = 96,3 + \frac{1}{8} + \frac{570}{4} = 114,1$$

$$S_{(4,5)}^{(4)} = 114,1 + \frac{1}{8} + \frac{450}{4} = 128,2$$

$$L_4^{(4/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(4)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_4^{(4/1^*)} = \text{Min} \left[(65-46,2); (80-61,2); (96,3-83,7); (114,1-101,2) \right]$$

$$= \text{Min} \left[18,8; 18,8; 12,6; 12,9 \right] = 12,6$$

$$L_4^{(4/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(4)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_4^{(4/1^*)} = \text{Min} \left[(65-43,7); (80-56,2); (96,3-75); (114,1-89,6) \right]$$

$$= \text{Min} \left[21,3; 23,8; 21,3; 24,5 \right] = 21,3$$

$$L_4^{(4/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(4,j)}^{(4)} - S_{(3,j+1)}^{(b)^*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 3$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_4^{(4/1^*)} = \text{Min} \left[(65-45,5); (80-56,2); (96,3-72,3); (114,1-84,8) \right]$$

$$= \text{Min} \left[19,5; 23,8; 24; 29,3 \right] = 19,5$$

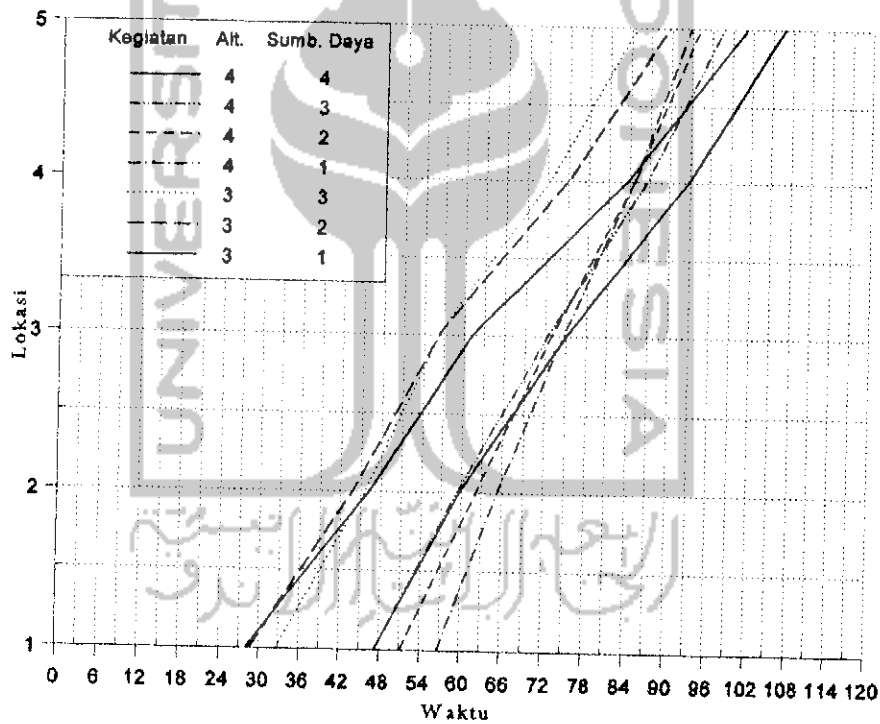
$$L_4^4 = \text{Max} \left[L_4^{(4/b^*)} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3$$

$$= \text{Max} (12,6; 21,3; 20,5) = 21,3$$

$$S_4^{(4)*} = S_4^{(4)} - L_4^{(4)} = (43,7; 58,7; 75; 92,8; 106,9)$$

$$\boxed{\text{b}(11)}_3 = 2$$

Selanjutnya Lintasan $S_4^{(a)*}$ yang dipengaruhi oleh $S_3^{(a)*}$ ditunjukkan sebagaimana gambar 2.14. berikut ini.



Gambar 2.14. Pengaruh Kegiatan 3 Pada Waktu Mulai Kegiatan 4 Yang Paling Dini

Misalkan $S_{(3,2)}^{(1)} = 70$

$$S_{(5,3)}^{(1)} = 70 + \frac{1}{8} + \frac{1140}{9} = 85,8$$

$$S_{(5,4)}^{(1)} = 85,8 + \frac{1}{8} + \frac{940}{9} = 98,9$$

$$S_{(5,5)}^{(1)} = 98,9 + \frac{1}{8} + \frac{1200}{9} = 115,6$$

$$L_5^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(5,j)}^{(1)} - S_{(4,j+1)}^{(b)*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_5^{(1/1^*)} = \text{Min} \left[(70-74,6) ; (85,8-84,8) ; (98,9-92,8) \right]$$

$$= \text{Min} \left[-4,6 ; 1 ; 6,1 \right] = -4,6$$

$$L_5^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(5,j)}^{(1)} - S_{(4,j+1)}^{(b)*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_5^{(1/2^*)} = \text{Min} \left[(70-72,9) ; (85,8-84,8) ; (98,9-94,2) \right]$$

$$= \text{Min} \left[-2,9 ; 1 ; 4,7 \right] = -2,9$$

$$L_5^{(1/b^*)} = \text{Min} \left[S_{(5,j)}^{(1)} - S_{(4,j+1)}^{(b)*} \right] \longrightarrow \text{dimana } b = 3$$

j = 1, 2, 3, 4.

$$L_5^{(1/3^*)} = \text{Min} [(70-72,3); (85,8-86,6); (98,9-97,8)]$$

$$= \text{Min} [-2,3; -0,8; 1,1] = -2,3$$

$$L_5^{(1/b^*)} = \text{Min} [S_{(5,j)}^{(1)} - S_{(4,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 4$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

$$L_5^{(1/4^*)} = \text{Min} [(70-75); (85,8-92,8); (98,9-106,9)]$$

$$= \text{Min} [-5; -7; -8] = -8$$

$$L_5^1 = \text{Max} [L_5^{(1/b^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3$$

$$= \text{Max} (-4,6; -2,9; -2,3; -8) = -2,3$$

$$S_4^{(4)^*} = S_4^{(4)} - L_4^{(4)} = (-; 72,3; 88,1; 101,2; 117,9)$$

$$\Rightarrow b(1)_4 = 3$$

Misalkan $S_{(5,2)}^{(2)} = 70$

$$S_{(5,3)}^{(2)} = 70 + \frac{1}{8} + \frac{1140}{8} = 87,8$$

$$S_{(5,4)}^{(2)} = 87,8 + \frac{1}{8} + \frac{940}{8} = 102,5$$

$$S_{(5,5)}^{(2)} = 102,5 + \frac{1}{8} + \frac{1200}{8} = 121,3$$

$$L_5^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(5,j)}^{(2)} - S_{(4,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1$$

$j = 1, 2, 3, 4$

$$L_5^{(2/1^*)} = \text{Min} [(70-74,6) ; (87,8-84,8) ; (102,5-92,8)]$$

$$= \text{Min} [-4,6 ; 3 ; 9,7] = -4,6$$

$$L_5^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(5,j)}^{(2)} - S_{(4,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 2$$

$j = 1, 2, 3, 4$

$$L_5^{(2/2^*)} = \text{Min} [(70-72,9) ; (87,8-84,8) ; (102,5-94,2)]$$

$$= \text{Min} [-2,9 ; 3 ; 8,3] = -2,9$$

$$L_5^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(5,j)}^{(2)} - S_{(4,j+1)}^{(b)^*}] \quad \text{dimana } b = 3$$

$j = 1, 2, 3, 4$

$$L_5^{(2/3^*)} = \text{Min} [(70-72,3) ; (87,8-86,6) ; (102,5-97,8)]$$

$$= \text{Min} [-2,3 ; 1,2 ; 4,7] = -2,3$$

$$L_5^{(2/b^*)} = \text{Min} [S_{(5,j)}^{(2)} - S_{(4,j+1)}^{(b)^*}] \longrightarrow \text{dimana } b = 4$$

$j = 1, 2, 3, 4$

$$L_5^{(2/4^*)} = \text{Min} [(70-75) ; (87,8-92,8) ; (102,5-106,9)]$$

$$= \text{Min} [-5 ; -5 ; -4,4] = -4,4$$

$$L_5^2 = \text{Max} [L_5^{(2/b^*)}] \longrightarrow \text{dimana } b = 1, 2, 3, 4$$

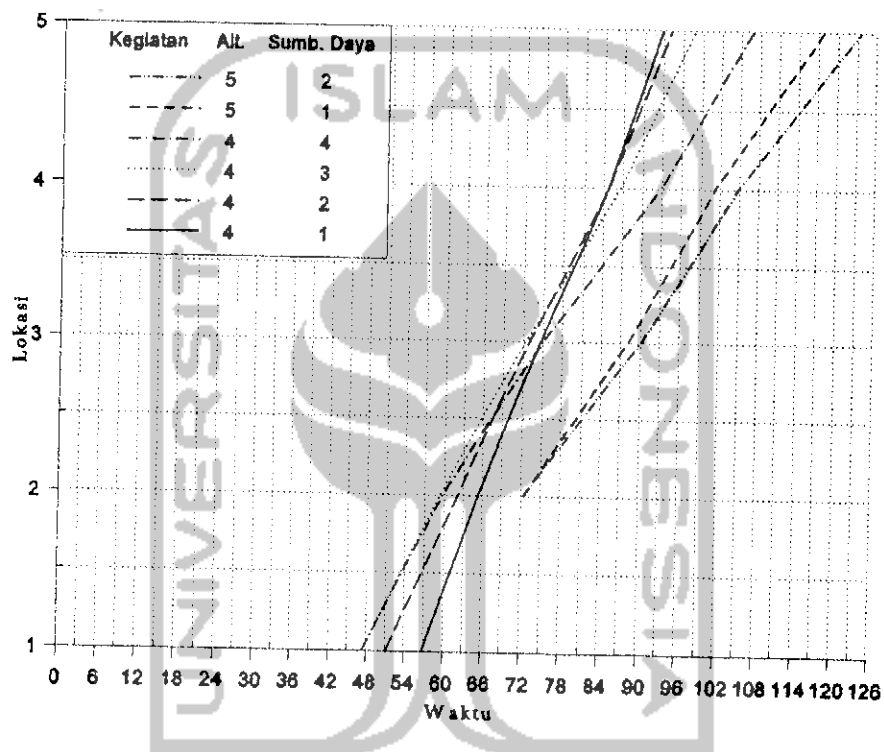
$$= \text{Max} (-4,6 ; -2,9 ; -2,3 ; -4,4) = -2,3$$

$$S_5^{(2)^*} = S_5^{(2)} - L_5^2$$

$$= (- ; 72,3 ; 90,1 ; 104,8 ; 123,6)$$

$$\Rightarrow b(2)_4 = 3$$

Lintasan $S_3^{(a)*}$ yang dipengaruhi oleh $S_4^{(a)*}$ digambarkan dalam diagram sebagaimana Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Pengaruh Kegiatan-4 Pada Waktu Mulai Kegiatan-5 Paling Dini

Waktu selesai proyek T diambil harga minimum $f_{(n,m)}^{ri}$:

$$T = \text{Min } f_{(5,4)}^{ri} \longrightarrow \text{dimana } i = 1, 2$$

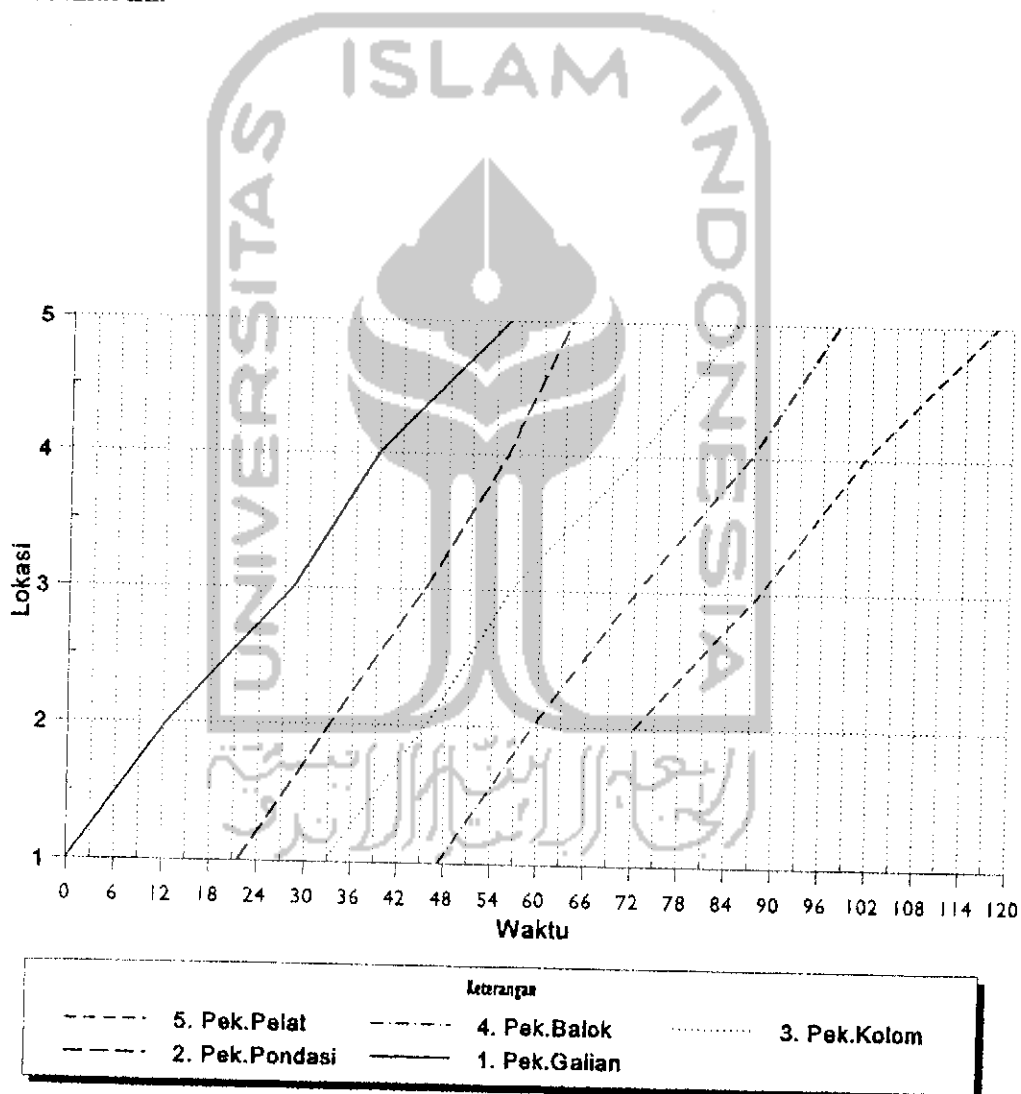
$$= \text{Min} (117,9 ; 123,6) = 117,9$$

Harga T = 117,9 diperoleh dari kegiatan 5 dari alternatif ke-1 yang tergantung dari

kegiatan 4 pada alternatif 3 dan seterusnya sebagaimana berikut ini.

$$b(1)_4 = 3 ; b(3)_3 = 3 ; b(3)_2 = 2 ; b(2)_1 = 1$$

Tabel 2.2. Menunjukkan hasil perhitungan waktu pelaksanaan proyek minimal, berdasarkan perhitungan tersebut selanjutnya dapat dibuatkan jadual waktu pelaksanaan yang minimal, sebagaimana dapat dicermati pada Gambar 2.16. berikut ini.



Gambar 2.16. Jadual Waktu Pelaksanaan

BAB III
PERENCANAAN PENJADUALAN
PROYEK JALAN LOKAL

3.1. Pengantar

Pada pelaksanaan suatu pekerjaan atau proyek sering kali diungkap, adanya tiga batasan pokok yang membatasi kegiatan-kegiatan yang terdapat di dalamnya. Tiga batasan tersebut yakni meliputi, *Pertama*, batasan biaya pelaksanaan. *Kedua*, batasan waktu pelaksanaan. *Ketiga*, Batasan kualitas (mutu) sesuai dengan peraturan, Perundangan undangan serta ketentuan-ketentuan lain yang berlaku.

Batasan ini pada dasarnya diperlukan guna memenuhi kepentingan dan keinginan dari dua belah pihak yaitu Pemberi Tugas (*Owner*) dan pihak perusahaan yang melaksanakan pekerjaan.

Batasan Pertama diperlukan untuk mencapai sasaran perusahaan yaitu laba atau keuntungan. Keuntungan atau laba yang dimaksudkan di sini adalah keuntungan dalam arti luas, yakni dapat berupa uang atau dalam bentuk peningkatan kemampuan profesi. Sedangkan batasan Kedua dan Ketiga diperlukan guna meningkatkan performance perusahaan. Dengan performance yang baik dan meningkat secara langsung maupun tidak langsung dapat membantu melicinkan pemasaran untuk masa berikutnya, sehingga dapat diharapkan *market share*-nya akan naik.

Sebagaimana diungkap di bagian awal studi ini, bahwa Penjadualan Proyek yang lazim disebut Time Schedule adalah salah satu produk dari planning. Oleh karena itu Time Schedule merupakan suatu pedoman bagi pelaksanaan atau dapat juga dikatakan sebagai tolak ukur alat pengendali waktu penyelesaian suatu proyek. Dari pemahaman ini maka dalam pelaksanaan suatu proyek akan senantiasa menghadirkan pertanyaan-pertanyaan: apakah pelaksanaan masih sesuai dengan rencana, ataukah sudah terjadi penyimpangan. Apabila terjadi penyimpangan dalam pelaksanaan proyek, baik positif (dalam arti lebih cepat) maupun negatif (terjadi kelambatan), maka akan mempunyai pengaruh yang lebih besar, tidak sekadar terhadap proyek yang bersangkutan saja akan tetapi juga terhadap perusahaan, terutama dalam pengaturan sumber daya dan *cash flow* perusahaan.

Hal-hal sebagaimana tersebut di atas adalah merupakan fenomena pelaksanaan setiap proyek, demikian juga terjadi pada proyek Jalan dan khususnya Jalan Lokal. Kebutuhan Time Schedule yang memadai dan baik merupakan tuntutan yang tidak bisa dihindari, guna terpenuhinya secara baik tiga batasan tersebut. Oleh karena itu pada gilirannya dituntut akurasi dalam penyediaan sumber daya, material juga biaya operasional selama pelaksanaan.

3.2. Klasifikasi Proyek Jalan

Menurut klasifikasi fungsi jalan sebagaimana terdapat dalam pasal 4 Undang-Undang Nomor 13 tahun 1980 tentang Jalan, pengaturan tersebut bertujuan guna memudahkan dalam pembagian wewenang pembinaan bagi pembina jalan.

Sebagaimana terdapat dalam pasal tersebut jalan menurut fungsinya diklasifikasikan sebagai berikut ini.

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpulan/ pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Ring Road

Jalan Ring Road (jalan lingkar) adalah merupakan jalan alternatif karena adanya perluasan wilayah perkotaan, sehingga transportasi bukan hanya terpusat di kota, akan tetapi juga diarahkan ke pinggir kota.

3.3. Jalan Lokal

Jalan Lokal masih diklasifikasikan sebagai jalan Lokal Primer dan Jalan Lokal Sekunder (Henry Wardana, 1994). Sedangkan fungsi dan peranan jalan lokal

dikaitkan dengan penanggungjawab pembinaan dan pendanaan dapat dicermati pada Tabel 2.1.

Tabel 3.1. Fungsi Dan Peranan Jalan Lokal Dikaitkan Dengan Penanggung Jawab Pembinaan & Pendanaan.

Status Jalan	Fungsi Jalan	Perencanaan Penentu Sasaran	Pelaksanaan	Sumber Biaya
Kabupaten	LP	Menteri	Pemda TK II	APBD-II, IPJK (Kab) &/BLN
	LS	Pemda TK II	Pemda TK II	
Kotamadya	LS	Pemda TK II	Pemda TK II	APBD-II, IPJK (kota) &/BLN

Sumber: Henry Wardana, 1994.

3.4. Pengendalian Proyek Jalan Lokal

Pengendalian pada dasarnya adalah proses penetapan apa yang telah dicapai, yaitu proses evaluasi kinerja, dan jika diperlukan dilakukan perbaikan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Ali Basyah Siregar dkk, 1987). Kegiatan ini sangat erat kaitannya dengan kegiatan perencanaan sebab pada kegiatan pengendalian inilah dilihat apakah yang direncanakan tersebut dapat dicapai atau tidak.

Pada umumnya hampir semua alat pengendali pelaksanaan Jalan adalah dengan menggunakan Bar-Chart sebagai Time Schedule, hal ini berlaku juga bagi proyek Jalan Lokal. Secara teknis pengendalian waktu dilakukan dengan mengukur kemajuan pelaksanaan (*prestasi*) di lapangan setiap minggunya, kemudian diplotkan pada jadual kegiatan berupa Kurve-S aktual. Selanjutnya, dengan membandingkan

antara Kurve-S rencana dengan Kurve-S aktual, maka dapat diketahui bila terjadi penyimpangan, baik berupa keterlambatan atau percepatan pelaksanaan proyek, hal ini dapat dicermati pada Gambar 3.1. Apabila penyimpangan yang terjadi masih dalam batasan-batasan yang diijinkan dalam rencana, maka proyek dapat diteruskan. Akan tetapi bila penyimpangan yang terjadi sudah sedemikian besar yakni diluar dari batasan-batasan rencana yang masih diijinkan maka diperlukan perbaikan, mungkin berupa *up-dating schedule* atau *rescheduling*, atau secara makro proses manajemen berulang kembali.

Kurva-S yang merupakan garis yang menghubungkan titik-titik yang menunjukkan rencana prestasi pada setiap saatnya, dengan titik awalnya 0% dan titik akhirnya adalah 100% sehingga mirip huruf S, pada kenyataannya adalah hanya lebih merupakan syarat administrasi, lebih tepatnya guna kepentingan penurunan terminj saja. Persoalan-persoalan yang terjadi di tengah pelaksanaan proyek misalkan kekurangan sumber daya, suplai material yang tidak tepat waktu dan lokasi serta jumlahnya, merupakan kelemahan yang sulit dipecahkan oleh Bar-Chart. Apalagi bila persoalan-persoalan tersebut terjadi pada proyek jalan lokal, yang mempunyai kegiatan terbatas dan berulang.

Dalam konteks pelaksanaan jalan Lokal dengan instrumen pengendali berupa Time Schedule: Bar-Chart, ada beberapa kelemahan yakni sebagai berikut ini (*Henry Wardana, 1994*).

1. Bar-Chart tidak dapat menunjukkan hubungan dan saling ketergantungan tiap kegiatan dari keseluruhan proyek.
2. Bar-Chart tidak dapat menunjukkan peluang atau waktu bebas (*free float* dan *total float*).
3. Tidak ada cara untuk menentukan apakah pekerjaan itu kritis atau tidak.
4. Analisa dampak dari kegiatan tidak dapat ditunjukkan dalam Bar-Chart.
5. Jumlah informasi yang digambarkan oleh garis-garis tebal terbatas oleh tempat, sedangkan penggambaran yang lebih mendalam sulit untuk dibaca.
6. Sumber daya tidak dapat dialokasikan dan didistribusikan secara tepat.

3.5. Studi Kasus Proyek Jalan Lokal

Dalam studi ini, studi kasus dilakukan hanya sebagai instrumen aplikasi dari model matematis dengan komputerisasi yang akan dibahas pada bab berikutnya. Adapun obyek studi adalah Proyek Peningkatan Jalan Dan Penggantian Jembatan Dalam Kota Tegal, Paket: T - 10 Dalam Kota Tegal.

Pada proyek tersebut ada tiga jenis pekerjaan pokok yakni Pekerjaan Jalan, Pekerjaan Jembatan dan Pekerjaan Trotoar. Untuk studi ini, obyek studi diambil pekerjaan jalan.

3.5.1. Data Proyek

A. Keterangan Proyek

- Proyek : Peningkatan Jalan Dan Penggantian Jembatan Dalam Kota Tegal.
- Nama Proyek : T - 10 Jalan Dalam Kota Tegal
- Lokasi : Km 0+000 - Km 2+600
- Panjang Pekerjaan : 2,6 Km (dua ribu enam ratus meter)
- Pekerjaan : Peningkatan Jalan

B. Kontrak Supervisi

- Konsultan Supervisi : CV. GEODECO , Jln. Singitoro 15 Semarang
- Paket : Paket 6 Tegal
- Nomor Kontrak : 01/KTR/Bp.11.01/1994
- Tanggal Kontrak : 13 Juni 1994

C. Kontrak Pekerjaan Fisik

- Kontraktor : PT. BUMI REDJO, Jln. Dipoyudo 34, Banjarnegara
- Nomor Kontrak : 184/PKK/PJJ-Jateng/1994
- Tanggal Kontrak : 13 Juni 1994
- Nilai Kontrak : Rp. 567 498 492,-
- Nomor SPMK : KU.08.03.Bm.11.PTL/289.
- Tanggal SPMK : 1 Juli 1994
- Masa Pelaksanaan : 210 Hari Kalender
- Masa Pemeliharaan : 90 Hari Kalender
- Tanggal PHO : 2 Pebruari 1995
- Tanggal FHO : 3 Mei 1995

Proyek Peningkatan Jalan Dan Jembatan Dalam Kota Tegal ini terdiri dari beberapa kegiatan sebagai berikut ini.

- I. Mobilisasi
- II. Drainase
 - 2.1. Pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air
 - 2.2. Pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar
- III. Perkerasan ASPAL
 - 2.1. Lapis Perekat
 - 2.2. Aspal Beton (Laston)
 - 2.3. Asphalt Treated Base (ATB)
- IV. Stuktur
 - 4.1. Beton untuk Struktur
 - 4.2. Baja Tulangan
- V. Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Harian
 - 5.1. Marka Jalan
 - 5.2. Rambu Jalan
 - 5.3. Kerb (Kerb Penghalang & Pengaman Beton)
 - 5.4. Perkerasan Blok pada Trotoar & Median
 - 5.5. Pembongkaran Pasangan Batu-Bata atau Beton
- VI. Pekerjaan Harian

Adapun kegiatan yang diperlukan dalam studi ini adalah sebagaimana terdapat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Uraian Pekerjaan

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	VOLUME
1	Galian Tanah Untuk Selokan & Dran. Saluran air	m ³	140,00
2	Pekerjaan Batu Dengan Mortar	m ³	690,00
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	m ³	710,00
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m	37 610,00
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m ²	1 000,00
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m ³	240,00
7	Asphalt Concrete (Laston)	m ²	2 000,00

3.5.2. Penjadualan Proyek

Penjadualan Pelaksanaan Pekerjaan pada proyek T-10 Jalan Dalam Kota Tegal adalah menggunakan Bar-Chart, sedangkan laju prestasi rencana ditunjukkan dengan Kurve-S. Selanjutnya guna mengetahui penjadualan proyek selengkapnya dapat dicermati pada Gambar 3.2. berikut ini. Demikian juga untuk lebih detailnya mengenai penjadualan dan penggambaran proyek tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

BAB IV

ANALISIS PENJADUALAN

DENGAN METODE PENJADUALAN LINIER

4.1. Pengantar

Pada perencanaan penjadualan khususnya pada proyek jalan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, selain gambar kerja berikut volume pekerjaan juga syarat-syarat umum dan syarat-syarat teknis pekerjaan. Oleh karena itu dalam perencanaan biasanya melalui beberapa tahapan, sehingga dihasilkan suatu perencanaan yang memadai baik menyangkut akurasi datanya maupun tingkat ketelitian dalam perencanaan itu sendiri.

Pada perencanaan jadual dengan metode Penjadualan Linier pada proyek Peningkatan Jalan Dan Jembatan Dalam Kota Tegal, terlebih dahulu dilakukan beberapa asumsi. Asumsi-asumsi ini berguna untuk mengetahui pekerjaan apa saja yang dimasukkan atau tidak dimasukkan dalam penjadualan (dalam menghitung minimasi waktu), demikian juga pekerjaan apa saja yang menjadi satu kesatuan dengan pekerjaan lainnya, termasuk di sini urutan logis pekerjaan yang digunakan dalam penjadualan.

Adapun beberapa asumsi dalam penjadualan pada proyek Peningkatan Jalan Dan Jembatan Dalam Kota Tegal dengan metode Penjadualan Linier, yakni sebagai berikut ini.

1. Urutan kegiatan dalam proyek adalah sebagaimana dalam Tabel 3.2.
2. Pekerjaan mobilisasi (persiapan) tidak dimasukkan dalam perencanaan jadwal.
3. Pekerjaan Struktur (jembatan) tidak termasuk dalam studi ini.
4. Pekerjaan Marka Jalan dalam pelaksanaan tidak ada.
5. Pekerjaan harian tidak dimasukkan dalam perencanaan jadwal.

4.2. Pembagian Lokasi Pekerjaan

Dalam Penjadualan Linier pembagian lokasi pekerjaan pada dasarnya diperlukan guna mencari tingkat ketelitian terhadap informasi yang diperlukan pada lokasi tersebut. Tingkat informasi yang dimaksudkan adalah berkenaan dengan volume pekerjaan dari masing-masing lokasi, sehingga dapat diketahui waktu pelaksanaan yang diperlukan serta besarnya sumber daya yang dibutuhkan.

Pada Proyek Peningkatan Jalan Dan Jembatan Dalam Kota Tegal pelaksanaannya sepanjang 2,6 Km (dua ribu enam ratus meter). Dalam studi kasus ini panjang lokasi proyek dibagi menjadi 4, 8, 16 lokasi pekerjaan, berturut-turut sebagaimana dalam Tabel 4.1., Tabel 4.2. dan Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Pembagian Proyek Menjadi 4 Lokasi

LOKASI	STA
1	00 + 000
2	00 + 650
3	01 + 300
4	01 + 950
	02 + 600

Tabel 4.2. Pembagian Proyek Menjadi 8 Lokasi

LOKASI	STA	LOKASI	STA
1	00 + 000	5	01 + 625
2	00 + 325	6	01 + 950
3	00 + 650	7	02 + 275
4	00 + 975	8	02 + 600
	01 + 300		

Tabel 4.3. Pembagian Proyek Menjadi 16 Lokasi

LOKASI	STA	LOKASI	STA	LOKASI	STA
1	00 + 000	7	00 + 975	13	01 + 950
2	00 + 163	8	01 + 138	14	02 + 113
3	00 + 325	9	01 + 300	15	02 + 275
4	00 + 488	10	01 + 463	16	02 + 438
5	00 + 650	11	01 + 625		02 + 600
6	00 + 813	12	01 + 788		

4.3. Pembagian Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan diperhitungkan sebagai volume pekerjaan masing-masing lokasi sesuai hasil pembagian lokasi. Pembagian lokasi yakni meliputi pembagian 4 lokasi, 8 lokasi dan 16 lokasi, selengkapnya dapat dicermati pada Tabel 4.4. ; Tabel 4.5. dan Tabel 4.6.

Besarnya pembagi pada dasarnya tidak ada ketentuan yang baku, sehingga bisa sembarang. Kendatipun demikian pembagian lokasi harus tetap memper-timbangan kondisi riil (lapangan) dan tetap logis. Demikian juga pembagi dengan bilangan tetap 2(dua) pada hasil pembagian lokasi pertama guna mendapatkan lokasi-lokasi berikutnya (sesuai tingkat kedetailan informasi yang dibutuhkan) akan memudahkan dalam perhitungan volume pada masing-masing lokasi. Misalnya pada perhitungan pembagian model lokasi pertama menjadi 12 lokasi, maka selanjutnya menjadi 24 lokasi, kemudian 48 lokasi dan seterusnya.

Tabel 4.4. Volume Pekerjaan Pada Pembagian 4 Lokasi

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME PEKERJAAN			
			1	2	3	4
1	Galian Tanah U/Selokan & Drainasi	m ³	6.5	48.0	52.0	33.0
2	Pekerjaan Batu Dengan Mortar	m ³	26.0	268.0	268.0	128.0
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	m ³	8.0	84.0	78.0	70.0
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m ²	410.0	222.0	198.0	170.0
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m ²	1,006.0	400.0	263.0	331.0
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m ²	361.0	356.0	356.0	322.0
7	Asphalt Concrete (Laston)	m ²	9,732.0	9,707.0	9,732.0	8,489.0

Tabel 4.5. Volume Pekerjaan Pada Pembagian 8 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Volume Pekerjaan							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Galian Tanah u/ Selokan & Drainasi	m3	~	6.5	26.5	21.5	27.5	24.5	29.0	4.0
2	Pek. Batu dengan Mortar	m3	~	26.0	141.0	127.0	138.0	130.0	128.0	~
3	Pembongkaran Pas. Batu Batu & Beton	m3	~	8.0	40.0	44.0	40.0	38.0	38.0	32.0
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m	220.0	190.0	140.0	132.0	110.0	88.0	90.0	80.0
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m2	489.0	517.0	204.0	196.0	139.0	124.0	168.0	163.0
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m3	177.0	184.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	144.0
7	Asphalt Concrete (Larston)	m2	4,841.0	4,891.0	4,841.0	4,866.0	4,841.0	4,841.0	4,891.0	3,598.0

Tabel 4.6. Volume Pekerjaan Pada Pembagian 16 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Volume Pekerjaan															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Galian Tanah u/ Selokan & Drainasi	m3	~	~	~	6.5	16.0	10.5	80	13.5	12.5	15.0	10.5	14.0	14.0	15.0	2.0	2.0
2	Pek. Batu dengan Mortar	m3	~	~	~	26.0	71.0	70.0	63.0	64.0	69.0	69.0	65.0	65.0	63.0	64.0	~	~
3	Pembongkaran Pas. Batu Batu & Beton	m3	~	~	~	8.0	20.0	20.0	20.0	24.0	19.0	20.0	12.0	26.0	16.0	22.0	20.0	12.0
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m	95.0	125.0	125.0	85.0	55.0	55.0	50.0	63.0	50.0	60.0	50.0	38.0	20.0	70.0	60.0	20.0
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m2	240.0	249.0	257.0	260.0	100.0	104.0	100.0	96.0	70.0	69.0	60.0	64.0	80.0	88.0	75.0	75.0
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m3	88.5	88.5	92.0	92.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	72.0
7	Asphalt Concrete (Larston)	m2	2,420.0	2,421.0	2,446.0	2,445.0	2,420.0	2,421.0	2,434.0	2,432.0	2,420.0	2,421.0	2,421.0	2,420.0	2,445.0	2,446.0	1,810.0	1,788.0

4.4. Penentuan Kebutuhan Jam Kerja

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan selain membutuhkan metode yang tepat juga diperlukan tersedianya sumber daya yang memadai. Demikian juga penempatan sumber daya yang tepat, baik secara kuantitas maupun kualitas adalah diantara faktor utama dalam menjamin terselesaikannya suatu pekerjaan sesuai dengan batasan waktu, kualitas serta alokasi biaya yang telah direncanakan.

Sumber daya yang dimaksudkan dalam studi ini adalah manusia, manusia dan alat, termasuk di dalamnya material, yang digunakan secara variatif. Adapun acuan sumber daya yang digunakan adalah diperoleh dari Departemen Pekerjaan Umum (PU), Bagian Proyek Perencanaan Dan Pengawasan Teknik Peningkatan Jalan, Semarang (lihat lampiran A3-A6). Demikian juga analisis sumber daya tersebut dipilih dari Kontraktor Pelaksana, hal ini dianggap lebih realistis, mengingat analisis tersebut dibuat dengan memperhitungkan kondisi riil proyek (lapangan). Selengkapnya dapat dicermati tabel 4.7. berikut ini.

Tabel 4.7. Daftar Produktivitas Pekerjaan dan Sumber Daya

No.	URAIAN PEKERJAAN	Produktivitas Pekerjaan		Keterangan Sumber Daya
		Per jam	Per Hari ^{*)}	
1	Galian Tanah U/Selokan & Drainasi	3 m ³	21 m ³	5 Buruh & Truk
2	Pekerjaan Batu Dengan Mortar	6.5 m ³	45.5 m ³	9 Buruh
3	Pembongkaran Pasangan Batu Bata & Beton	1.5 m ³	10.5 m ³	6 Buruh & Truk
4	Pek. Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	5 m ³	35 m ³	3 Buruh
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	3 m ²	21 m ²	4 Buruh
6	Asphalt Treated Base (ATB)	12 m ³	84 m ³	Buruh & Alat Berat ^{**)}
7	Asphalt Concrete (Laston)	300 m ²	2100 m ²	Buruh & Alat Berat ^{**)}

Sumber : Diolah dari Dept. PU Semarang

^{*)} Satu Hari Kerja = 7 Jam efektif

^{**)} Kuantitas Buruh dan Alat Berat merupakan satu kesatuan Sumber Daya

Berdasarkan volume pekerjaan tiap-tiap lokasi pada masing-masing pekerjaan dan dengan memperhatikan kemampuan sumber daya dalam memproduksi tiap jamnya (lihat Tabel 4.7. dan Lampiran A3-A7), maka akan diketahui kebutuhan jam kerja di tiap-tiap lokasi pada masing-masing pekerjaan. Khususnya pada pekerjaan ATB dan Laston, sumber daya diperhitungkan sebagai satu kesatuan rangkaian kegiatan, sehingga kuantitas dan klasifikasi sumberdayanya baik menyangkut buruh dan alat tidak dapat dipisahkan. Selanjutnya kebutuhan Jam Kerja tiap-tiap lokasi pada masing-masing pekerjaan dapat dicermati pada Tabel 4.8. ; Tabel 4.9. dan Tabel 4.10.

Dengan telah diketahui kebutuhan Jam Kerja di tiap-tiap lokasi pada masing-masing pekerjaan , dan memperhatikan penggunaan sumberdayanya (tetap, ditingkatkan atau dikurangi), maka selanjutnya data telah siap diproses dengan program Komputer (sebagai *input-data*). Proses penghitungan minimasi waktu penjadualan dengan Linear Scheduling Method ini secara sederhana ditunjukkan bagan alir sebagaimana pada Gambar 4.1..

Perhitungan dengan pemrograman komputer dalam hal ini sebagai alat bantu perhitungan, digunakan Bahasa Pascal Versi 7.0 ; Monitor VGA ; Memori Minimal 640 KB ; DOS 3.x ; dan Printer Optional.

Tabel 4. 8. Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 4 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Kebutuhan Jam Kerja (Jam)				Sumberdaya				Jam Kerja Tiap Hari	
			1	2	3	4	r ⁽¹⁾	r ⁽²⁾	r ⁽³⁾	r ⁽⁴⁾		
1	Galian Tanah u/Selokan & Drainasi	m ³	10.83	80.00	88.67	55.00	5 ^{*)}	8	-	-	-	7
2	Pek. Batu dengan Mortar	m ³	36.11	372.22	972.22	177.78	9 ^{*)}	6	-	3	-	7
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	m ³	52.00	336.00	312.00	280.00	6 ^{*)}	12	-	-	-	7
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m	245.81	132.95	418.98	101.80	3 ^{*)}	5	8	10	-	7
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m ²	503.00	200.00	131.50	165.50	10	8	4 ^{*)}	-	-	7
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m ³	30.08	29.67	29.67	26.83	1 ^{*)}	-	-	-	-	7
7	Asphalt Concrete (Laston)	m ²	32.44	32.36	32.44	28.30	1 ^{*)}	-	-	-	-	7

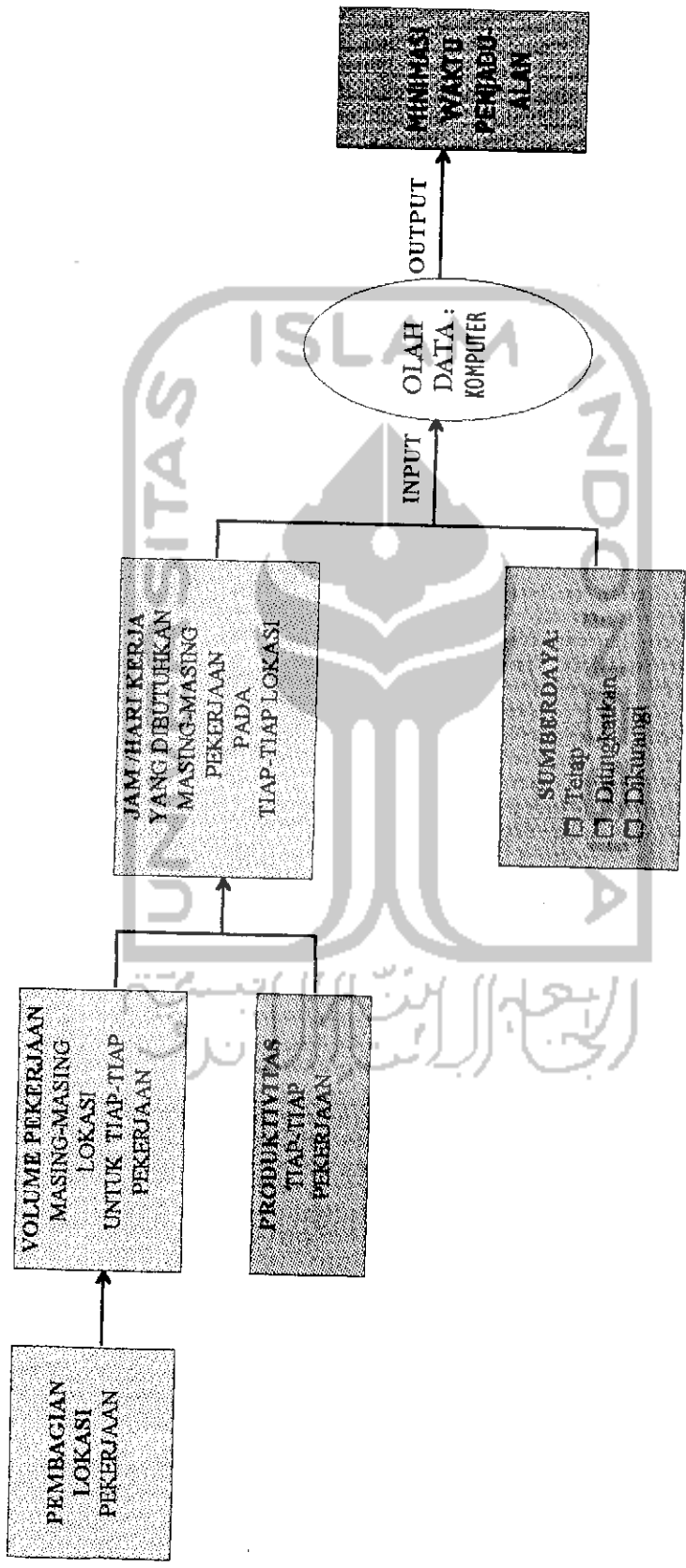
Tabel 4.9. Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 8 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Kebutuhan Jam Kerja (Jam)								Sumberdaya				Jam Kerja Tiap Hari	
			1	2	3	4	5	6	7	8	r ⁽¹⁾	r ⁽²⁾	r ⁽³⁾	r ⁽⁴⁾		
1	Galian Tanah u/Selokan & Drainasi	m ³	~	10.83	43.33	55.83	45.83	45.83	40.83	48.33	8	8	-	-	-	7
2	Pek. Batu dengan Mortar	m ³	~	36.11	195.83	176.39	191.67	180.56	177.76	177.76	-	6	3	-	-	7
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	m ³	~	32.00	160.00	176.00	160.00	152.00	152.00	152.00	128.00	12	~	8	10	7
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	m	131.74	113.77	65.87	67.07	65.87	52.09	53.89	47.90	47.90	6	8	4 ^{*)}	-	7
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m ²	244.50	258.50	102.00	56.00	69.50	62.00	84.00	81.50	81.50	10	8	-	-	7
6	Asphalt Treated Base (ATB)	m ³	14.17	15.35	14.83	14.83	14.83	14.83	14.83	14.83	14.83	~	-	-	-	7
7	Asphalt Concrete (Laston)	m ²	16.14	16.30	16.14	16.22	16.14	16.14	16.14	16.30	11.99	~	-	-	-	7

Tabel 4.10. Kebutuhan Jam Kerja Pada Pembagian 16 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Kebutuhan Jam Kerja (Jam)																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9 ⁽¹⁾	10 ⁽²⁾	11 ⁽³⁾	12	13	14	15	16	Jam Kerja Tsp Hari
1	Galian Tanah u/Selokan & Drainasi	m ³	~	~	~	10.83	26.67	17.50	13.33	22.50	5 ¹⁾	8	~	~	~	~	~	~	
2	Pek. Batu dengan Mortar	m ³	~	~	~	36.11	98.01	97.22	87.50	88.89	9 ¹⁾	6	3	~	~	~	~	~	7
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	m ³	~	~	~	32.00	80.00	80.00	80.00	96.00	6 ¹⁾	12	~	~	~	~	~	~	7
4	Kerb (Perintang & Perigaman) Beton	m	56.89	74.85	74.85	35.92	32.93	32.93	29.94	37.72	3 ¹⁾	5	8	~	~	~	~	7	
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	m ²	120.00	124.50	128.50	130.00	50.00	52.00	50.00	48.00	10	8	~	~	~	~	~	7	
6	Asphalt Treated Base (ATS)	m ³	7.38	7.38	7.67	7.67	7.42	7.42	7.42	7.42	1 ¹⁾	~	~	~	~	~	~	7	
7	Asphalt Concrete (Laston)	m ²	8.07	8.07	8.15	8.15	8.07	8.07	8.11	8.11	1 ¹⁾	~	~	~	~	~	~	7	
			Kebutuhan Jam Kerja (Jam)																
			9	10	11	12	13	14	15	16									
			20.83	25.00	17.50	23.33	23.33	25.00	3.33	3.33	3.33								
			98.83	98.83	90.28	90.28	87.80	88.89	~	~	~								
			76.00	80.00	48.00	104.00	64.00	88.00	80.00	80.00	48.00								
			29.94	35.93	29.94	22.75	31.98	41.92	35.93	11.98									
			35.00	34.50	30.00	32.00	40.00	44.00	44.00	37.50									
			7.42	7.42	7.42	7.42	7.42	7.42	6.00	6.00									
			8.07	8.07	8.07	8.07	8.15	8.15	6.03	5.98									

*) Sumber Daya yang digunakan pada proyek sesungguhnya



Gambar 4.1. Bagan Alir Perhitungan Minimasi Waktu Penjadualan Dengan Linear Scheduling Method (LSM)

4.5. Hasil Perhitungan Dengan Program Komputer

Adapun hasil perhitungan minimasi waktu dengan pengolahan data Komputer berturut-turut dapat dilihat sebagaimana dalam *Lampiran C1-C3* untuk pembagian 4 Lokasi ; *Lampiran D1-D6* untuk Pembagian 8 Lokasi serta *Lampiran E1-E8* untuk pembagian 16 Lokasi. Demikian juga dapat dicermati pada *Lampiran B1-B3* sebagai hasil perhitungan dengan pengolahan data Komputer dari Aplikasi Model Matematik sebagaimana terdapat pada Bab II.

Selanjutnya guna memudahkan pembacaan dan menganalisis dalam studi ini, maka hasil pengolahan data komputer tersebut (*print out-nya*) ditabelkan berturut-turut sebagaimana dalam Tabel 4.10 untuk pembagian 4 Lokasi ; Tabel 4.11 untuk pembagian 8 lokasi dan Tabel 4.12 untuk pembagian 16 lokasi.

Pada pemograman komputer dalam studi ini, kendatipun dalam proses pengolahan data khususnya Grafik (*schedule*) sudah dapat ditampilkan, akan tetapi belum bisa di-*print out* langsung. Hal tersebut selain dikarenakan keterbatasan dalam membuat aplikasi program, juga dalam pengambilan solusi pembuatan *schedule* masih tetap diperlukan pertimbangan seorang Perencana (*user*). Oleh karena itu, masih diperlukan program aplikasi lain guna membuat Grafik (*schedule*).

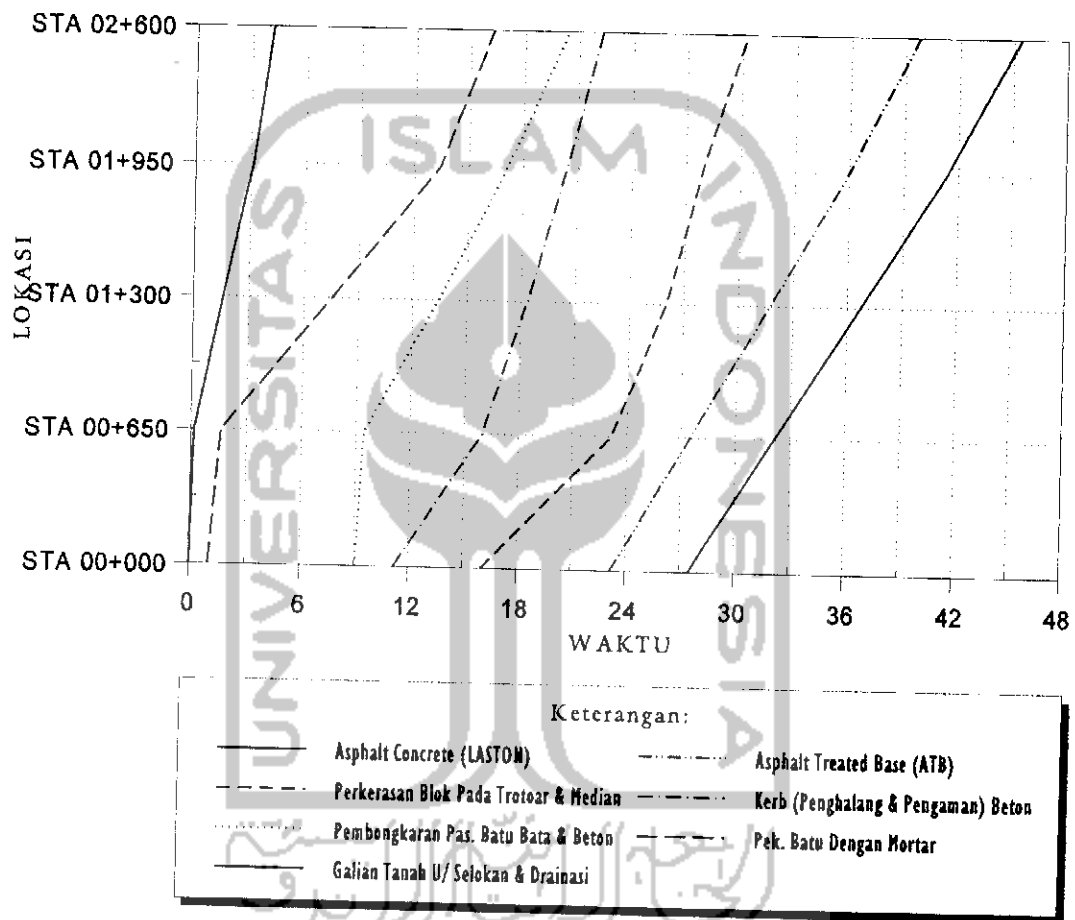
Dalam pembuatan *schedule* pada studi ini digunakan WordPerfect 6 for Windows (WP 6). Dengan menggunakan aplikasi tersebut, selanjutnya hasil perhitungan sebagaimana yang telah ditabelkan dan telah dipilih, dapat dibuat *schedule* sebagaimana dalam Gambar 4.2. untuk pembagian 4 lokasi ; Gambar 4.3. untuk pembagian 8 lokasi serta Gambar 4.4. untuk pembagian 8 lokasi.

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Minimasi Waktu Dengan Program Komputer Pada Pembagian 4 Lobasi

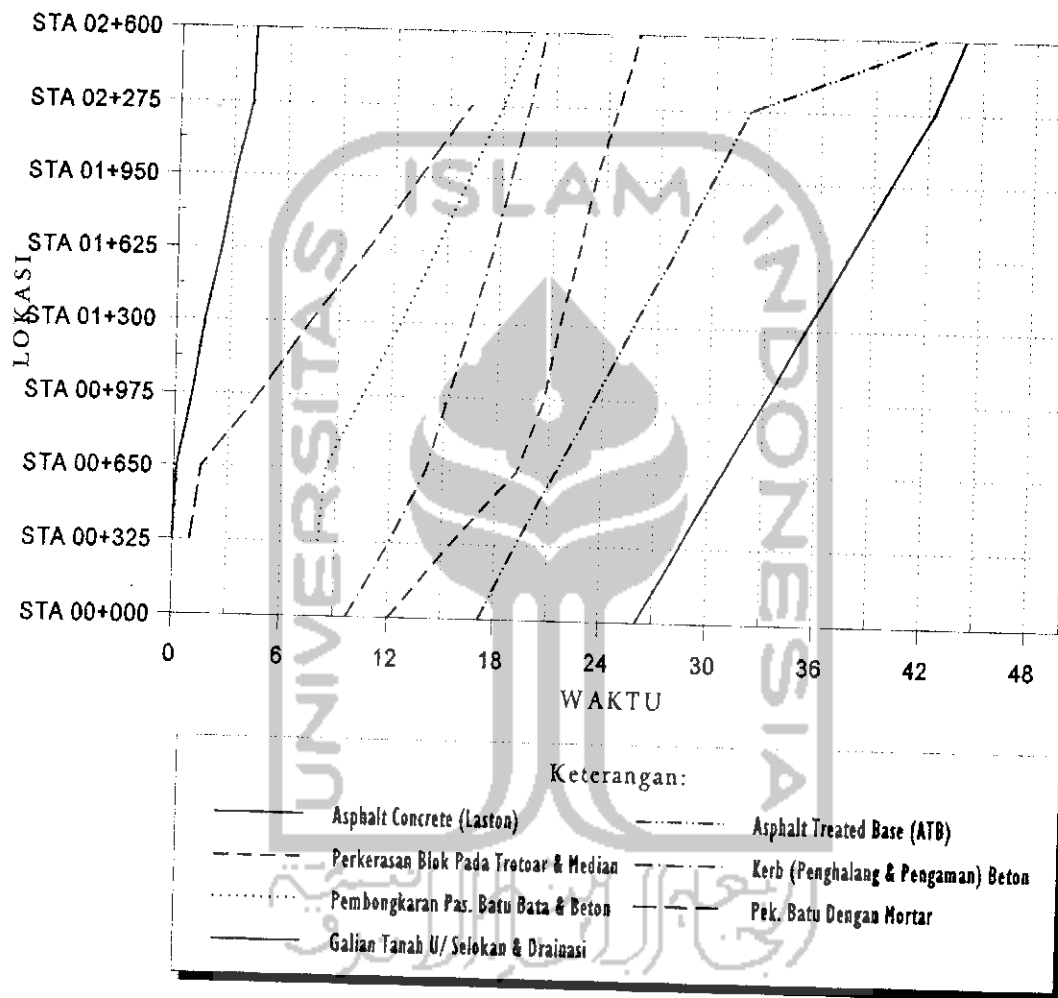
ALTERNATIF	1		2		3		4		5		6		7	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
SUMBER DAYA	5	8	9	6	3	6	12	8	10	8	3	4	1	1
STA 00 + 000	0.00	0.00	1.05	0.76	0.19	6.77	9.06	9.44	13.39	16.00	16.00	16.00	23.18	27.48
Waktu Mulai Paling Dini	0.31	0.19	1.62	1.62	1.91	7.53	9.44	16.45	16.00	16.89	23.18	23.18	24.98	32.11
STA 01 + 300	2.60	1.62	7.53	10.48	19.64	15.53	13.44	20.25	18.37	18.79	26.04	26.04	28.55	36.74
STA 01 + 950	5.07	3.17	13.44	19.35	37.36	22.96	17.15	31.20	20.49	20.49	27.92	27.92	30.90	41.37
STA 02 + 600	6.64	4.15	16.26	23.58	45.83	29.63	20.49	36.04	27.30	21.94	30.28	30.28	33.85	45.41
Yang Menentukan	~	~	1	1	1	2	2	3	3	5	4	4	4	6

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Minimasi Waktu Dengan Program Komputer Pada Pembagian 8 Lobasi

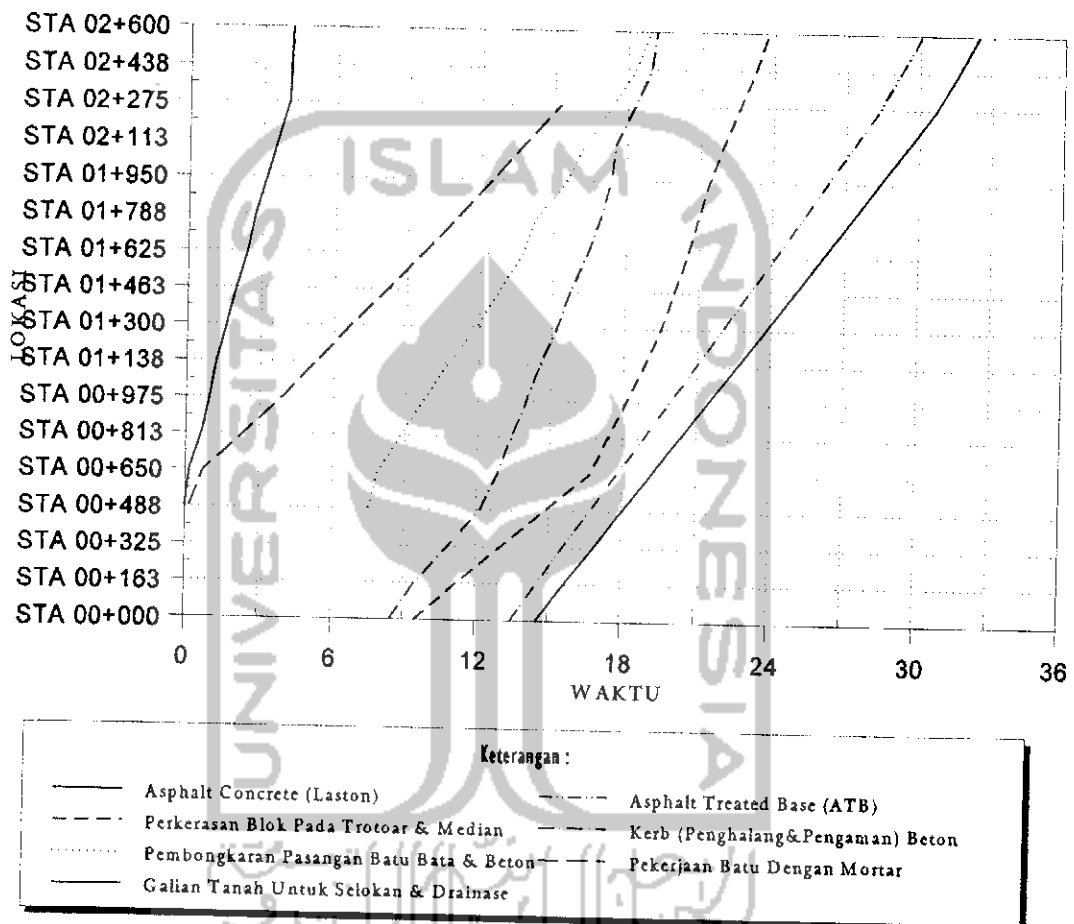
ALTERNATIF	1		2		3		4		5		6		7	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
SUMBER DAYA	5	8	9	6	3	6	12	8	10	8	3	4	1	1
STA 00 + 000	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Waktu Mulai Paling Dini	0.00	0.00	0.97	0.97	0.97	5.97	8.09	11.85	11.65	11.85	13.03	13.03	11.85	17.70
STA 00 + 325	0.31	0.19	1.55	1.83	2.69	6.74	8.47	11.85	13.53	16.22	15.53	15.53	16.22	20.59
STA 00 + 975	1.55	0.97	4.66	6.50	12.02	10.55	10.38	15.11	14.07	20.84	19.22	19.22	20.84	29.82
STA 01 + 300	2.57	1.61	7.46	10.70	20.42	14.74	12.47	16.98	15.74	22.66	20.68	20.68	22.66	33.46
STA 01 + 625	3.88	2.43	10.50	15.26	29.55	18.55	14.38	18.90	16.44	23.66	21.48	21.48	23.66	35.46
STA 01 + 950	5.05	3.15	13.36	19.56	38.14	22.16	16.19	20.79	18.00	24.90	22.47	22.47	24.90	37.94
STA 02 + 275	6.43	4.02	16.19	23.79	46.61	25.78	18.00	22.29	18.75	26.01	23.36	23.36	26.01	40.16
STA 02 + 600	6.62	4.14	~	~	~	28.83	19.52	34.49	19.52	27.51	24.56	24.56	27.51	42.29
Yang Menentukan	~	~	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	6



Gambar 4.2. Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 4 Lokasi



Gambar 4.3. Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 8 Lokasi



Gambar 4.4. Penjadualan Proyek Minimal Pada Pembagian 16 Lokasi

pembagian 4 lokasi (Level-1) ; pembagian 8 lokasi (Level-2) maupun pembagian 16 lokasi (Level-3).

Tabel 4.14. Alternatif Sumber Daya Yang Dipilih

No.	NAMA PEKERJAAN	Sumber Daya				Sumber Daya Terpilih	
		$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$	Alternatif	Besarnya
1	Galian Tanah U/ Selokan dan Drainasi	5	8	-	-	2	8
2	Pekerjaan Batu Dengan Mortar	9	6	3	-	1	9
3	Pembongkaran Pas. Batu Bata & Beton	6	12	-	-	2	12
4	Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	3	5	8	10	3	8
5	Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	10	8	4	-	1	10
6	Asphalt Treated Base (ATB)	1	-	-	-	1	1
7	Asphalt Concrete (Laston)	1	-	-	-	1	1

Pada Level yang semakin besar, misalnya Level-2 dibanding Level-1 atau Level-3 dibanding Level-1, akan membawa konsekuensi terhadap penyediaan sumber daya yang digunakan pada lintasan kegiatan tersebut lebih cepat untuk setiap kegiatan. Oleh karena itu dapatlah diungkapkan di sini bahwa pada level-level yang semakin meningkat, selain semakin didapat kedetailan informasi pada kegiatan tersebut juga optimasi waktu dapat diperoleh, yang keduanya membawa konsekuensi terhadap penyediaan sumber daya yang lebih cepat.

4.6.1. Waktu Penyelesaian Proyek

Pada Metode Penjadualan Linier terdapat dua hal yang menentukan dan mempengaruhi dalam menetapkan waktu kegiatan. *Pertama*, menentukan waktu paling dini terhadap suatu kegiatan, sehingga kegiatan tersebut dapat dimulai akan

tetapi tidak berbenturan dengan kegiatan yang mendahuluinya. *Kedua*, pada satu lokasi hanya ada satu kegiatan dalam waktu yang sama.

Alternatif sumber daya paling kecil diantara alternatif sumber daya lainnya dalam suatu kegiatan, akan membawa konsekuensi waktu paling cepat untuk memulai kegiatan atau waktu paling dini untuk memulai kegiatan diantara waktu dini dari alternatif sumber daya lainnya yang lebih besar. Akan tetapi dengan sumber daya yang paling kecil dibanding sumber daya lainnya tersebut, tempo penyelesaian kegiatan akan menjadi lebih lama. Demikian juga benturan-benturan kegiatan dalam satu lokasi diantara kegiatan yang mendahului dan kegiatan selanjutnya akan terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dicermati kembali Gambar 2.12 ; Gambar 2.13; Gambar 2.14 dan Gambar 2.15. Oleh karena itu, alternatif sumber daya yang paling kecil diantara alternatif sumber daya lainnya bukan merupakan alternatif sumber daya yang dipilih, karena kendatipun waktu mulai paling dini suatu pekerjaan akan lebih cepat, akan tetapi banyak terjadi benturan-benturan pada kegiatan yang mendahului maupun kegiatan selanjutnya.

Hal lain dapat dicermati pada kegiatan (4): “Pekerjaan Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton”, bahwa bila ditinjau dari skala waktu penyelesaian kegiatan, baik pada Level-1; Level-2 maupun pada Level-3, maka seharusnya alternatif sumber daya ke-4 [$r^{(4)}$] (besarnya 10) yang dipilih, karena dengan alternatif sumber daya tersebut, dapat diperoleh tempo kegiatan paling cepat. Akan tetapi bila alternatif sumber daya ke-4 tersebut dipilih, maka akan berbenturan dengan kegiatan selanjutnya, sehingga pada satu lokasi dalam waktu yang sama ada dua kegiatan.

Oleh karena itu dapat diungkapkan di sini bahwa pemilihan alternatif sumber daya yang menghasilkan waktu paling cepat dalam suatu kegiatan, tidak mesti merupakan suatu solusi final yang tepat.

Pembagian lokasi yang semakin besar atau pada level-level yang semakin besar, pada dasarnya selain semakin mendapatkan tingkat kedetailan informasi pada lokasi-lokasi proyek tersebut, juga diperoleh optimasi waktu penjadualan. Dari ketiga level tersebut yakni pembagian 4 lokasi, 8 lokasi dan 16 lokasi, dapat dicermati bahwa pada pembagian lokasi yang semakin besar atau level yang semakin besar (misalkan: Level-1 dibandingkan Level-2 atau Level-2 dibandingkan Level-3) dengan alternatif sumber daya yang tetap, akan memperoleh efisiensi waktu. Untuk lebih jelasnya dapat dicermati pada Tabel 4.15. berikut ini.

Tabel 4.15. Pengaruh Pembagian Lokasi Terhadap Efisiensi Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

No.	Pelaksanaan Pekerjaan	WAKTU KEGIATAN (Hari)		EFISIENSI WAKTU TERHADAP PEMBAGIAN LOKASI KEGIATAN
		START	FINIS	
1	Pada Pembagian 4 Lokasi	0	45.41	~
2	Pada Pembagian 8 Lokasi	0	44.00	1.41 hari
3	Pada Pembagian 16 Lokasi	0	32.42	11.58 hari

Pada pelaksanaan suatu proyek seringkali dijumpai terjadinya kelambatan ataupun percepatan suatu kegiatan, sehingga baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kegiatan lainnya. Khususnya pada proyek-proyek yang mempunyai karakteristik menerus dan berulang, kelambatan maupun percepatan suatu kegiatan pada suatu proyek dapat diprediksi mempunyai dampak yang serius

terhadap pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Akan tetapi bila menggunakan metode Penjadualan Linier secepatnya dapat diketahui dan dapat diantisipasi, yang ini semua sulit sekali dilakukan bila menggunakan Bar-Chart.

Misalkan suatu Pekerjaan terjadi kelambatan, maka hal tersebut cepat diketahui, mengingat target waktu di setiap kegiatan pada masing-masing lokasi terbaca jelas dalam schedule, yang dituangkan dalam Stationnya (STA). Demikian juga alternatif penanganan secepatnya dapat dilakukan: apakah dengan menambah sumber daya, ataukah akan menambah jam kerjanya. Dengan memasukkan data dari alternatif yang telah dipilih dan ditentukan besarnya ke dalam komputer yang telah diprogram dan tersedia, dengan mudah alternatif tersebut dapat diperhitungkan, sehingga solusi penanganannya secepatnya dapat dilakukan. Lebih jauh dapat diungkapkan, bahwa efisiensi waktu pengambilan keputusan dalam rangka pengendalian proyek, bila terjadi penyimpangan di tengah pelaksanaan proyek, baik positif (dalam arti proyek berjalan lebih cepat) maupun negatif (dalam arti proyek mengalami kelambatan) merupakan efisiensi yang layak dilakukan, mengingat dalam Metode Penjadualan Linier dapat diketahui secara jelas hubungan antara *kegiatan*, *waktu* dan *lokasi*, yang ini semua sulit dipenuhi oleh Bar-Chart.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kebutuhan Time Schedule yang memadai dan baik pada suatu proyek, sebagai upaya pengendalian waktu pelaksanaan merupakan tuntutan yang tidak bisa dihindari. Pemilihan penggunaan Time Schedule pada suatu proyek selain di dasarkan kecocokan dalam mendokumentasikan karakteristik proyek, harus diperhitungkan tingkat kemampuan *user* (pemakai) ketika diaktualkan di lapangan, demikian juga hendaknya mampu memuat kegiatan yang dikehendaki secara rinci dan perlu diperhatikan terhadap kemudahannya bila terjadi pembaharuan (revisi).

Dari serangkaian uraian sebagaimana dalam bab-bab sebelumnya dalam studi Tugas Akhir ini, serta khususnya analisis berikut pembahasannya pada Bab IV, ada beberapa kesimpulan yang dapat diungkap di sini sehingga tujuan dalam studi ini bisa terpenuhi, yakni sebagi berikut ini.

1. Penggunaan Metode Penjadualan Linier (*Linear Scheduling Method*) dapat diterapkan pada Proyek-proyek Jalan dalam hal ini khususnya Proyek Jalan Lokal, karena mempunyai karakteristik *menerus* dan *berulang*. Demikian juga dengan alat bantu di bidang Komputer pengembangan perhitungan guna optimasi waktu pelaksanaan dapat dilakukan, sehingga mampu membawa kemudahan-kemudahan dalam penggunaannya.

2. Minimasi waktu sebagai implementasi optimasi waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan, yakni dengan membagi pekerjaan menjadi beberapa bagian lokasi yang semakin kecil, yakni Level-1 menjadi 4 Lokasi ; Level-2 menjadi 8 Lokasi dan Level-3 menjadi 16 Lokasi.
 - a. Minimasi waktu yang diperoleh dapat dilihat dengan membandingkan pekerjaan keseluruhan (schedule masing-masing level). Misalkan, bila dibandingkan antara Level-1 dengan Level-2 maka efisiensi waktu yang diperoleh adalah 1.41 hari, sedangkan antara Level-2 dengan Level-3 akan diperoleh efisiensi waktu 11.58 hari. Selanjutnya bila Level-1 dibandingkan Level-3 maka akan diperoleh efisiensi waktu 12.99 hari, dalam hal ini sumber daya yang digunakan tetap (sama) untuk semua kegiatan pada setiap lokasi.
 - b. Konsekuensi dari pembagian lokasi yang semakin besar sehingga levelnya semakin tinggi adalah mobilisasi dan penyediaan sumber daya pada setiap kegiatan di setiap lokasinya semakin cepat pula. Hal ini dapat dicermati bahwa semakin besar pembagian lokasi kegiatan membawa konsekuensi: awal dini kegiatan tersebut menjadi lebih cepat dibandingkan dengan pembagian lokasi yang lebih kecil. Misalkan, pada Level-1 awal dini kegiatan (3) adalah hari ke-9 (9.06), akan tetapi pada Level-2 awal dini kegiatan tersebut lebih awal yakni hari ke-8 (8.09), selanjutnya pada Level-3 awal dini kegiatan (3) adalah hari ke-7 (7.50).
3. Bila ditilik kesesuaiannya penggunaan Metode Penjadualan Linier pada proyek Jalan Lokal sebagai alat pengendali waktu pelaksanaan adalah cukup tepat,

karena dengan menggunakan Metode Penjadualan Linier dapat diketahui secara jelas keterikatan dan keterkaitan hubungan antara *kegiatan*, *waktu* dan *lokasi* yang ini semua sulit dipenuhi oleh Bar-Chart yang saat ini begitu populer penggunaannya dalam proyek jalan.

5.2. Saran

Sebagaimana telah diungkap pada Bab 2 pada studi Tugas Akhir ini, bahwa pada dasarnya tidak ada suatu metode “teknis grafis” dalam hal ini adalah Time Schedule yang dianggap “paling unggul”. Demikian juga dalam penggunaan Metode Penjadualan Linier (*Linear Scheduling Method*). Oleh karena itu ada beberapa saran yang perlu mendapatkan perhatian berkenaan dengan penerapan Metode Penjadualan Linier, adalah sebagai berikut ini.

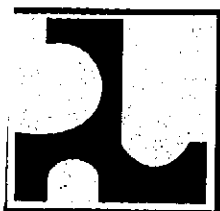
1. Penggunaan Metode Penjadualan Linier hendaknya benar-benar digunakan pada kegiatan yang mempunyai karakteristik *menerus* dan *berulang*. Asumsi-asumsi pekerjaan yang dapat dijadikan satu kesatuan pekerjaan hendaknya benar-benar memenuhi unsur karakteristik tersebut.
2. Pada pembagian lokasi yang semakin besar sehingga didapatkan bagian lokasi yang semakin kecil, perlu mendapatkan perhatian dalam pelaksanaannya. Hal ini mengingat dengan pembagian lokasi menjadi bagian yang semakin kecil selain optimasi waktu dapat dicapai, juga membawa konsekuensi dalam pelaksanaan proyek yakni pelaksanaan proyek dengan schedule yang “ketat”.

3. Mengingat Bar-Chart dengan *kurve-S*-nya adalah merupakan salah satu syarat dari beberapa dokumen yang harus disertakan dalam tender atau kepentingan proyek administrasi lain, khususnya proyek Jalan Lokal, maka Bar-Chart dan Metode Penjadualan Linier secara komplemen dapat digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Alan D. Russell, Maret 1988. ***Extensions To Linear Scheduling Optimization***, Journals of Construction Engineering and Management, Vol. 114, No. 1, Univ. of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
- Ali Basyah Siregar, TMA Ari Samadhi, (ed.) 1987, ***Manajemen***, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Asiyanto, 1993. ***Time Schedule Proyek Konstruksi***, Makalah, PT. Waskita Karya, Yogyakarta.
- Boyd C. Paulson, Donald S. Barrie, 1992. ***Professional Construction Management***, McGraw-Hill, Singapore.
- David W. Johnston, Juni 1981. ***Linear Scheduling Method For Highway Construction***, Journal of the Construction Division, Vol. 107, No. CO2, American Society of Civil Engineering.
- Hadari Nawawi, Mimi Martini, 1994. ***Penelitian Terapan***, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Henry Wardhana, 1994. ***Perencanaan Jadwal Pada Proyek Jalan Lokal Dengan Metoda Penjadwalan Linier***, Tesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Istimawan Dipohusodo, 1996. ***Manajemen Proyek & Konstruksi***, Jilid 1, Kanisius, Yogyakarta.
- _____, 1996. ***Manajemen Proyek & Konstruksi***, Jilid 2, Kanisius, Yogyakarta.
- Koentjaraningrat, (ed), 1985. ***Metode-Metode Penelitian Masyarakat***, PT. Gramedia, Jakarta.
- Michael T. Callahan, Daniel G. Quackembush, James E. Rowing, 1992. ***Construction Project Scheduling***, McGraw-Hill, Singapore.
- Victor G. Hajek, 1984. ***Management of Engineering Projects***, McGraw-Hill, Singapore.
- Slome Selinger, Juni 1980. ***Construction Planning For Linear Projects***, Journal of The Construction Division, Vol. 106, No. CO2, American Society of Civil Engineering.



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BAGIAN PROYEK PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK
PENINGKATAN JALAN SEMARANG

Jalan Murbei No. 6 - Srandol Wetan - Telp. 471930, 473985 Semarang Kode Pos 50269

ANALISA HARGA SATUAN MATA PEMBAYARAN UTAMA

NAMA PENAWAR : PT. BUMI REJO
NOMOR MATA PENAWARAN : 6.3.(5).
JENIS PEKERJAAN : Asphalt Treated Base (ATB)
SATUAN PEKERJAAN : Meter Kubik
KUANTITAS PEKERJAAN : 710.00
PRODUKSI HARIAN/JAM : 12 m³/jam

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	BIAYA SATUAN (Rp.)	JUMLAH
A	Tenaga Kerja				
1	Pengawas	Jam	0.0900	1,400.00	126.00
2	Mandor	Jam	0.0900	1,350.00	121.50
3	Tukang	Jam	0.1800	970.00	174.60
4	Pekerja	Jam	0.5400	850.00	459.00
B	Bahan				
1	Aspal	Kg	157.0000	275.00	43,175.00
2	Agregat Kasar	m ³	0.7030	25,500.00	17,926.50
3	Agregat Halus	m ³	0.5340	25,500.00	13,617.00
4	Bahan Pengisi	Kg	139.2000	15.00	2,088.00
C	Peralatan				
1	Dump Truck	Jam	1.2600	21,000.00	26,460.00
2	AMP	Jam	0.0900	226,500.00	20,385.00
3	Asphalt Finisher	Jam	0.0900	44,600.00	4,014.00
4	Tandem Roller	Jam	0.0700	40,560.00	2,839.20
5	Pneumatic Tire Roller	Jam	0.0700	35,000.00	2,450.00
6	Wheel Loader	Jam	0.0900	53,275.00	4,794.75
D	Jumlah (A+B+C)				138,630.55
E	Biaya Umum dan Keuntungan = (10%xD)				13,863.06
F	Harga Satuan = (D+E)				152,493.61

Catatan :

- Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk tenaga kerja dan peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
- Kuantitas Satuan adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu pekerjaan dari nomor mata pekerjaan.
- Biaya Satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator.
- Biaya Satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayarkan dari Kontrak) dan biaya-biaya lainnya.
- Penawar tidak diperkenankan untuk menambahkan komponen-komponen baru dan mengubah kuantitas pada Bagian dalam formulir ini.
- Harga Satuan yang diajukan Penawar harus mencakup seluruh tambahan tenaga kerja, bahan, peralatan atau kerugian yang mungkin diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar.

Untuk dilengkapi apakah perhitungannya berdasarkan atas produksi harian atau jam

Semarang, 10 Mei 1995

Dra. Atridia Wilastrina



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BAGIAN PROYEK PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK
PENINGKATAN JALAN SEMARANG

Jalan Murbei No. 6 - Sronдол Wetan - Telp. 471930, 473985 Semarang Kode Pos 50269

ANALISA HARGA SATUAN MATA PEMBAYARAN UTAMA

NAMA PENAWAR : PT. BUMI REJO
NOMOR MATA PENAWARAN : 6.3.4.
JENIS PEKERJAAN : Laston AC (T = 5cm)
SATUAN PEKERJAAN : Meter Persegi
KUANTITAS PEKERJAAN : 37,610.00
PRODUKSI HARIAN/JAM : 300 m²/jam

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	BIAYA SATUAN (Rp.)	JUMLAH
A	Tenaga Kerja				
1	Pengawas	Jam	0.0045	1,400.00	6.30
2	Mandor	Jam	0.0045	1,350.00	6.08
3	Tukang	Jam	0.1800	970.00	174.60
4	Pekerja	Jam	0.0387	850.00	32.90
B	Bahan				
1	Aspal	Kg	8.2500	275.00	2,268.75
2	Agregat Kasar	m ³	0.0437	25,500.00	1,114.35
3	Agregat Halus	m ³	0.0187	25,500.00	476.85
4	Bahan Pengisi	Kg	6.0000	15.00	90.00
C	Peralatan				
1	Dump Truck	Jam	0.0338	21,000.00	709.80
2	AMP	Jam	0.0080	228,500.00	1,812.00
3	Asphalt Finisher	Jam	0.0080	44,600.00	356.80
4	Tandem Roller	Jam	0.0160	40,560.00	648.96
5	Pneumatic Tire Roller	Jam	0.0080	35,000.00	280.00
6	Wheel Loader	Jam	0.0080	53,275.00	426.20
D	Jumlah (A+B+C)				8,403.59
E	Biaya Umum dan Keuntungan = (10%xD)				840.36
F	Harga Satuan = (D+E)				9,243.95

Catatan :

- Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk tenaga kerja dan peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
- Kuantitas Satuan adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu pekerjaan dari nomor mata pekerjaan.
- Biaya Satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator.
- Biaya Satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayarkan dari Kontrak) dan biaya-biaya lainnya.
- Penawar tidak diperkenankan untuk menambahkan komponen-komponen baru dan mengubah kuantitas pada Bagian dalam formulir ini.
- Harga Satuan yang diajukan Penawar harus mencakup seluruh tambahan tenaga kerja, bahan, peralatan atau kerugian yang mungkin diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar.

Untuk dilengkapi apakah perhitungannya berdasarkan atas produksi harian atau jam

Semarang, 10 Mei 1995

Dra. Atridia Wilastrina



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BAGIAN PROYEK PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK
PENINGKATAN JALAN SEMARANG
Jalan Murbei No. 6 - Srandol Wetan - Telp. 471930, 473985 Semarang Kode Pos 50269

ANALISA HARGA SATUAN MATA PEMBAYARAN UTAMA

NAMA PENAWAR: PT. BUMI REJO

1. Galian Tanah Biasa

- Nomor Mata Pembayaran : 2.1.
Memakai tenaga sebanyak 5 orang, kapasitas gali perorang perjam 0.6 m^3
Volume Galian Perhari $5 \times 0.6 \times 7 = 21 \text{ m}^3$
Volume yang ada $= 140 \text{ m}^3$
Waktu Pelaksanaan $140/21 = 6,67 \text{ hari}$

2. Pembongkaran Pasangan Batu Bata Beton

- Nomor Mata Pembayaran: 8.16.(1).
Memakai tenaga sebanyak 6 orang, kapasitas pembongkaran perorang perjam 0.25 m^3
Volume Pembongkaran Perhari $6 \times 0.25 \times 7 = 10.50 \text{ m}^3$
Volume yang ada $= 240.00 \text{ m}^3$
Waktu Pelaksanaan $240/10.5 = 22.86 \text{ hari}$

3. Pekerjaan Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton

- Nomor Mata Pembayaran: 8.6.(1).
Memakai tenaga sebanyak 3 orang, kapasitas Pekerjaan perorang perjam $1,67 \text{ m}^3$
Volume Pekerjaan Kerb Perhari $3 \times 1.67 \times 7 = 35.00 \text{ m}^3$
Volume yang ada $= 1000.00 \text{ m}^3$
Waktu Pelaksanaan $1000.0/35 = 28.57 \text{ hari}$

4. Pekerjaan Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar

- Nomor Mata Pembayaran: 8.7.(2).
Memakai tenaga sebanyak 4 orang, kapasitas Pekerjaan Perkerasan perorang perjam 2.0 m^2
Volume Pekerjaan Blok Perhari $4 \times 2 \times 7 = 56.00 \text{ m}^2$
Volume yang ada $= 2000.00 \text{ m}^2$
Waktu Pelaksanaan $2000.0/56 = 35.74 \text{ hari}$

Catatan :

- Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk tenaga kerja dan peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
- Kuantitas Satuan adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu pekerjaan dari nomor mata pekerjaan.
- Biaya Satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator.
- Biaya Satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayarkan dari Kontrak) dan biaya-biaya lainnya.
- Penawar tidak diperkenankan untuk menambahkan komponen-komponen baru dan mengubah kuantitas pada Bagian dalam formulir ini.
- Harga Satuan yang diajukan Penawar harus mencakup seluruh tambahan tenaga kerja, bahan, peralatan atau kerugian yang mungkin diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar.

Semarang, 10 Mei 1994

Dra. Atridia Wilastrina



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BAGIAN PROYEK PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK
PENINGKATAN JALAN SEMARANG

Jalan Murbei No. 6 - Srandol Wetan - Telp. 471930, 473985 Semarang Kode Pos 50269

ANALISA HARGA SATUAN MATA PEMBAYARAN UTAMA

NAMA PENAWAR : PT. BUMI REJO
NOMOR MATA PENAWARAN : 2.2.
JENIS PEKERJAAN : Pasangan Batu Dengan Mortar
SATUAN PEKERJAAN : Meter Kubik
KUANTITAS PEKERJAAN : 690,00
PRODUKSI HARIAN/JAM : 6,5 m³/jam

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	BIAYA SATUAN (Rp.)	JUMLAH
A	Tenaga Kerja				
1	Mandor	Jam	1.0240	1,350.00	1,382.40
2	Tukang	Jam	3.2500	970.00	3,152.50
3	Pekerja	Jam	5.1000	850.00	4,335.00
B	Bahan				
1	Batu Belah	M3	1.2500	26,000.00	32,500.00
2	Pasir	M3	0.1900	26,500.00	5,035.00
3	Semen	Kg	191.000	175.00	33,425.00
C	Peralatan				
1	Beton Molen	Jam	0.3000	5,000.00	1,500.00
D	Jumlah (A+B+C)				81,329.90
E	Biaya Umum dan Keuntungan = (10%xD)				8,132.99
F	Harga Satuan = (D+E)				89,462.89

Catatan :

- Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk tenaga kerja dan peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
- Kuantitas Satuan adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu pekerjaan dari nomor mata pekerjaan.
- Biaya Satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator.
- Biaya Satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayarkan dari Kontrak) dan biaya-biaya lainnya.
- Penawar tidak diperkenankan untuk menambahkan komponen-komponen baru dan mengubah kuantitas pada Bagian dalam formulir ini.
- Harga Satuan yang diajukan Penawar harus mencakup seluruh tambahan tenaga kerja, bahan, peralatan atau kerugian yang mungkin diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar.

Semarang, 10 Mei 1995

Dra. Atridia Wilastrina

FOTO PELAKSANAAN

PAKET : T-10, (DALAM KOTA TEGAL)



Pekerjaan Aspal Beton



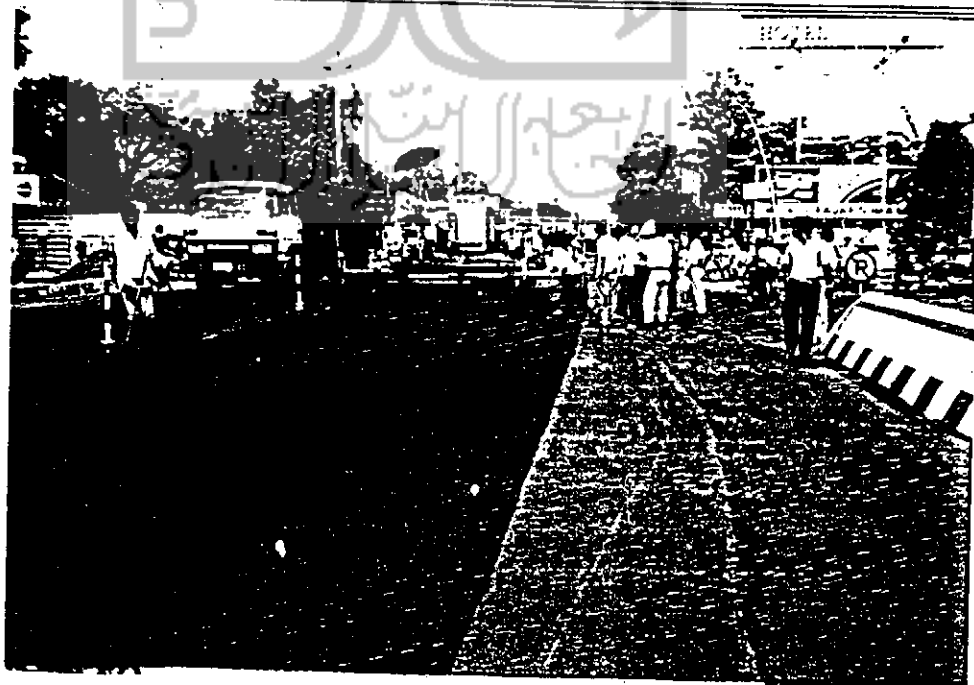
Test Core Drill Aspal Beton

FOTO PELAKSANAAN

PAKET : T-10 (DALAM KOTA TEGAL)



Test Spraying Tack Coat



Trlal Overlay AC

FOTO PELAKSANAAN

PAKET : T-10 (DALAM KOTA TEGAL)



Pemadatan Trial Overlay AC dengan Tire Roller



Pemasangan Paving Block dengan Kerb

FOTO PELAKSANAAN

PAKET : T-10, (DALAM KOTA TEGAL)



Kerb. Penghalang (Jl. Gajah Mada Tegal)



Pekerjaan Trotoar (Jl. Gajah Mada Tegal)

***** TABEL KEBUTUHAN HARI KERJA *****

Kegiatan ke 1 = Galian
600.00 750.00 520.00 800.00
Kegiatan ke 2 = Pondasi
920.00 960.00 840.00 800.00
Kegiatan ke 3 = Kolom
1450.00 1200.00 1800.00 1400.00
Kegiatan ke 4 = Balok
480.00 520.00 570.00 450.00
Kegiatan ke 5 = Pelat
0.00 1140.00 940.00 1200.00

***** TABEL ALTERNATIF SUMBER DAYA *****

Galian
6.00 0.00 0.00 0.00
Pondasi
10.00 8.00 6.00 0.00
Kolom
10.00 12.00 14.00 0.00
Balok
7.00 6.00 5.00 4.00
Pelat
9.00 8.00 0.00 0.00

***** TABEL AKHIR SETELAH PERHITUNGAN *****

***** KEGIATAN KE-1 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
1,1,0 = 0.00
1,1,1 = 12.50
1,1,2 = 28.13
1,1,3 = 38.96
1,1,4 = 55.63
****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-2 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
2,1,0 = 21.62
2,1,1 = 33.13
2,1,2 = 45.12
2,1,3 = 55.63
2,1,4 = 65.63
****Alternatif sumber daya ke-2
2,2,0 = 13.75
2,2,1 = 28.13
2,2,2 = 43.13
2,2,3 = 56.25
2,2,4 = 68.75
****Alternatif sumber daya ke-3
2,3,0 = 12.50
2,3,1 = 31.67
2,3,2 = 51.67
2,3,3 = 69.17
2,3,4 = 85.83
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-3 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

3,1,0 = 28.13

3,1,1 = 46.25

3,1,2 = 61.25

3,1,3 = 83.75

3,1,4 = 101.25

****Alternatif sumber daya ke-2

3,2,0 = 28.65

3,2,1 = 43.75

3,2,2 = 56.25

3,2,3 = 75.00

3,2,4 = 89.58

****Alternatif sumber daya ke-3

3,3,0 = 32.59

3,3,1 = 45.54

3,3,2 = 56.25

3,3,3 = 72.32

3,3,4 = 84.82

****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 3 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-4 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

4,1,0 = 56.79

4,1,1 = 65.36

4,1,2 = 74.64

4,1,3 = 84.82

4,1,4 = 92.86

****Alternatif sumber daya ke-2

4,2,0 = 52.11

4,2,1 = 62.11

4,2,2 = 72.95

4,2,3 = 84.82

4,2,4 = 94.20

****Alternatif sumber daya ke-3

4,3,0 = 47.32

4,3,1 = 59.32

4,3,2 = 72.32

4,3,3 = 86.57

4,3,4 = 97.82

****Alternatif sumber daya ke-4

4,4,0 = 43.75

4,4,1 = 58.75

4,4,2 = 75.00

4,4,3 = 92.81

4,4,4 = 106.88

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-5 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

5,1,0 = -

5,1,1 = 72.32

5,1,2 = 88.15

5,1,3 = 101.21

5,1,4 = 117.88

****Alternatif sumber daya ke-2

5,2,0 = -

5,2,1 = 72.32

5,2,2 = 90.13

5,2,3 = 104.82

5,2,4 = 123.57

****Alternatif sumber daya ke-3

****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH



***** TABEL KEBUTUHAN HARI KERJA *****

Kegiatan ke 1 = Galian Tanah Untuk Selokan & Drainasi
10.83 80.00 86.67 55.00
Kegiatan ke 2 = Pekerjaan Batu Dengan Mortar
36.11 372.22 372.22 177.78
Kegiatan ke 3 = Pembongkaran Pasangan Batu Bata & Beton
32.00 336.00 312.00 280.00
Kegiatan ke 4 = Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton
245.51 132.93 118.56 101.80
Kegiatan ke 5 = Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median
503.00 200.00 131.50 165.50
Kegiatan ke 6 = Asphalt Treated Base (ATB)
30.08 29.67 29.67 26.83
Kegiatan ke 7 = Asphalt Concrete (Laston)
32.44 32.36 32.44 28.30

***** TABEL ALTERNATIF SUMBER DAYA *****

Galian Tanah Untuk Selokan & Drainasi
5.00 8.00 0.00 0.00
Pekerjaan Batu Dengan Mortar
9.00 6.00 3.00 0.00
Pembongkaran Pasangan Batu Bata & Beton
6.00 12.00 0.00 0.00
Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton
3.00 5.00 8.00 10.00
Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median
10.00 8.00 4.00 0.00
Asphalt Treated Base (ATB)
1.00 0.00 0.00 0.00
Asphalt Concrete (Laston)
1.00 0.00 0.00 0.00

***** TABEL AKHIR SETELAH PERHITUNGAN *****

***** KEGIATAN KE-1 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
1,1,0 = 0.00
1,1,1 = 0.31
1,1,2 = 2.60
1,1,3 = 5.07
1,1,4 = 6.64
****Alternatif sumber daya ke-2
1,2,0 = 0.00
1,2,1 = 0.19
1,2,2 = 1.62
1,2,3 = 3.17
1,2,4 = 4.15
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-2 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
2,1,0 = 1.05
2,1,1 = 1.62
2,1,2 = 7.53
2,1,3 = 13.44
2,1,4 = 16.26
****Alternatif sumber daya ke-2
2,2,0 = 0.76
2,2,1 = 1.62
2,2,2 = 10.48

2,2,3 = 19.35
2,2,4 = 23.58
****Alternatif sumber daya ke-3
2,3,0 = 0.19
2,3,1 = 1.91
2,3,2 = 19.64
2,3,3 = 37.36
2,3,4 = 45.83
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-3 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
3,1,0 = 6.77
3,1,1 = 7.53
3,1,2 = 15.53
3,1,3 = 22.96
3,1,4 = 29.63
****Alternatif sumber daya ke-2
3,2,0 = 9.06
3,2,1 = 9.44
3,2,2 = 13.44
3,2,3 = 17.15
3,2,4 = 20.49
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-4 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
4,1,0 = 7.53
4,1,1 = 19.22
4,1,2 = 25.55
4,1,3 = 31.20
4,1,4 = 36.04
****Alternatif sumber daya ke-2
4,2,0 = 9.44
4,2,1 = 16.45
4,2,2 = 20.25
4,2,3 = 23.64
4,2,4 = 26.55
****Alternatif sumber daya ke-3
4,3,0 = 11.61
4,3,1 = 16.00
4,3,2 = 18.37
4,3,3 = 20.49
4,3,4 = 22.30
****Alternatif sumber daya ke-4
4,4,0 = 13.39
4,4,1 = 16.89
4,4,2 = 18.79
4,4,3 = 20.49
4,4,4 = 21.94

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 4 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-5 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
5,1,0 = 16.00
5,1,1 = 23.18



5,1,2 = 26.04
5,1,3 = 27.92
5,1,4 = 30.28
****Alternatif sumber daya ke-2
5,2,0 = 16.00
5,2,1 = 24.98
5,2,2 = 28.55
5,2,3 = 30.90
5,2,4 = 33.85
****Alternatif sumber daya ke-3
5,3,0 = 16.00
5,3,1 = 33.96
5,3,2 = 41.10
5,3,3 = 45.80
5,3,4 = 51.71
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-6 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
6,1,0 = 23.18
6,1,1 = 27.48
6,1,2 = 31.72
6,1,3 = 35.96
6,1,4 = 39.79
****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-7 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
7,1,0 = 27.48
7,1,1 = 32.11
7,1,2 = 36.74
7,1,3 = 41.37
7,1,4 = 45.41
****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** TABEL KEBUTUHAN HARI KERJA *****

Kegiatan ke 1 = Galian Tanah Untuk Selokan & Pondasi	0.00	10.83	43.33	35.83	45.83	40.83	48.33	6.67
Kegiatan ke 2 = Pekerjaan Batu Dengan Mortar	0.00	36.11	195.83	176.39	191.67	180.56	177.78	0.00
Kegiatan ke 3 = Pembongkaran Pasangan Batu Bata & Beton	0.00	32.00	160.00	176.00	160.00	152.00	152.00	128.00
Kegiatan ke 4 = Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	131.74	113.77	65.87	67.07	65.87	52.69	53.89	47.90
Kegiatan ke 5 = Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	244.50	258.50	102.00	56.00	69.50	62.00	84.00	81.50
Kegiatan ke 6 = Asphalt Treated Base (ATB)	14.17	15.33	14.83	14.83	14.83	14.83	14.83	72.00
Kegiatan ke 7 = Asphalt Concrete (Laston)	16.14	16.30	16.14	16.22	16.14	16.14	16.30	11.99

***** TABEL ALTERNATIF SUMBER DAYA *****

Galian Tanah Untuk Selokan & Pondasi	5.00	8.00	0.00	0.00
Pekerjaan Batu Dengan Mortar	9.00	6.00	3.00	0.00
Pembongkaran Pasangan Batu Bata & Beton	6.00	12.00	0.00	0.00
Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton	3.00	5.00	8.00	10.00
Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median	10.00	8.00	4.00	0.00
Asphalt Treated Base (ATB)	1.00	0.00	0.00	0.00
Asphalt Concrete (Laston)	1.00	0.00	0.00	0.00

***** TABEL AKHIR SETELAH PERHITUNGAN *****

***** KEGIATAN KE-1 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

- 1,1,0 = -
- 1,1,1 = 0.00
- 1,1,2 = 0.31
- 1,1,3 = 1.55
- 1,1,4 = 2.57
- 1,1,5 = 3.88
- 1,1,6 = 5.05
- 1,1,7 = 6.43
- 1,1,8 = 6.62

****Alternatif sumber daya ke-2

- 1,2,0 = -
- 1,2,1 = 0.00
- 1,2,2 = 0.19
- 1,2,3 = 0.97
- 1,2,4 = 1.61
- 1,2,5 = 2.43
- 1,2,6 = 3.15
- 1,2,7 = 4.02
- 1,2,8 = 4.14

****Alternatif sumber daya ke-3

****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-2 *****

- ****Alternatif sumber daya ke-1
- 2,1,0 = -

2,1,1 = 0.97
2,1,2 = 1.55
2,1,3 = 4.66
2,1,4 = 7.46
2,1,5 = 10.50
2,1,6 = 13.36
2,1,7 = -
2,1,8 = 16.19

****Alternatif sumber daya ke-2

2,2,0 = -
2,2,1 = 0.97
2,2,2 = 1.83
2,2,3 = 6.50
2,2,4 = 10.70
2,2,5 = 15.26
2,2,6 = 19.56
2,2,7 = -
2,2,8 = 23.79

****Alternatif sumber daya ke-3

2,3,0 = -
2,3,1 = 0.97
2,3,2 = 2.69
2,3,3 = 12.02
2,3,4 = 20.42
2,3,5 = 29.55
2,3,6 = 38.14
2,3,7 = -
2,3,8 = 46.61

****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-3 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

3,1,0 = -
3,1,1 = 5.97
3,1,2 = 6.74
3,1,3 = 10.55
3,1,4 = 14.74
3,1,5 = 18.55
3,1,6 = 22.16
3,1,7 = 25.78
3,1,8 = 28.83

****Alternatif sumber daya ke-2

3,2,0 = -
3,2,1 = 8.09
3,2,2 = 8.47
3,2,3 = 10.38
3,2,4 = 12.47
3,2,5 = 14.38
3,2,6 = 16.19
3,2,7 = 18.00
3,2,8 = 19.52

****Alternatif sumber daya ke-3

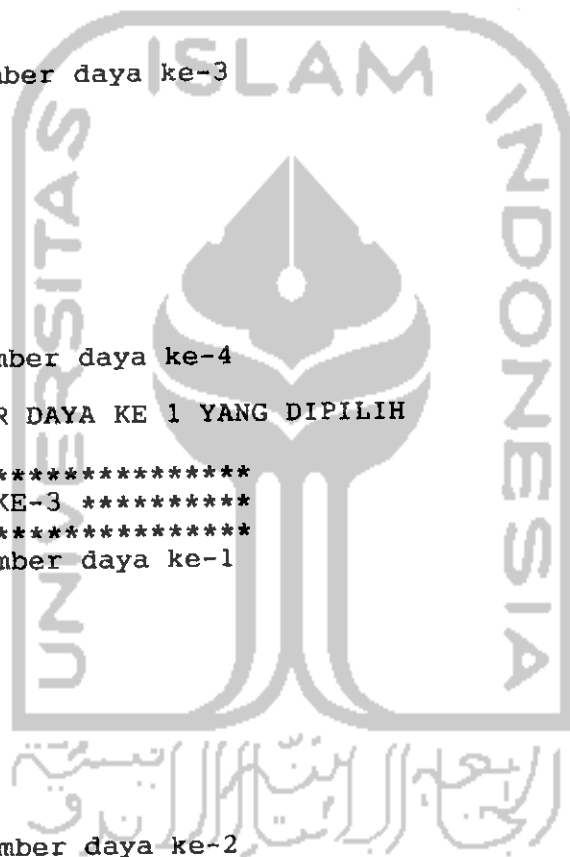
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-4 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

4,1,0 = 5.97
4,1,1 = 12.25
4,1,2 = 17.67
4,1,3 = 20.80



4,1,4 = 24.00
4,1,5 = 27.13
4,1,6 = 29.64
4,1,7 = 32.21
4,1,8 = 34.49

****Alternatif sumber daya ke-2

4,2,0 = 8.09
4,2,1 = 11.85
4,2,2 = 15.11
4,2,3 = 16.99
4,2,4 = 18.90
4,2,5 = 20.79
4,2,6 = 22.29
4,2,7 = 23.83
4,2,8 = 25.20

****Alternatif sumber daya ke-3

4,3,0 = 9.68
4,3,1 = 12.03
4,3,2 = 14.07
4,3,3 = 15.24
4,3,4 = 16.44
4,3,5 = 17.62
4,3,6 = 18.56
4,3,7 = 19.52
4,3,8 = 20.37

****Alternatif sumber daya ke-4

4,4,0 = 11.65
4,4,1 = 13.53
4,4,2 = 15.16
4,4,3 = 16.10
4,4,4 = 17.06
4,4,5 = 18.00
4,4,6 = 18.75
4,4,7 = 19.52
4,4,8 = 20.20

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 4 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-5 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

5,1,0 = 12.03
5,1,1 = 15.53
5,1,2 = 19.22
5,1,3 = 20.68
5,1,4 = 21.48
5,1,5 = 22.47
5,1,6 = 23.36
5,1,7 = 24.56
5,1,8 = 25.72

****Alternatif sumber daya ke-2

5,2,0 = 11.85
5,2,1 = 16.22
5,2,2 = 20.84
5,2,3 = 22.66
5,2,4 = 23.66
5,2,5 = 24.90
5,2,6 = 26.01
5,2,7 = 27.51
5,2,8 = 28.96

****Alternatif sumber daya ke-3

5,3,0 = 11.85
5,3,1 = 20.59
5,3,2 = 29.82
5,3,3 = 33.46
5,3,4 = 35.46
5,3,5 = 37.94



5,3,6 = 40.16
5,3,7 = 43.16
5,3,8 = 46.07

****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-6 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

6,1,0 = 17.20
6,1,1 = 19.22
6,1,2 = 21.41
6,1,3 = 23.53
6,1,4 = 25.65
6,1,5 = 27.77
6,1,6 = 29.88
6,1,7 = 32.00
6,1,8 = 42.29

****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-7 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

7,1,0 = 26.09
7,1,1 = 28.40
7,1,2 = 30.73
7,1,3 = 33.03
7,1,4 = 35.35
7,1,5 = 37.65
7,1,6 = 39.96
7,1,7 = 42.29
7,1,8 = 44.00

****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH



***** TABEL KEBUTUHAN HARI KERJA *****

Kegiatan ke 1 = Galian Tanah u/selokan & Drainasi
 0.00 0.00 0.00 10.83 26.67 17.50 13.33 22.50 20.83 25.00 17.50 23.33 23.33 25.00
 3.33 3.33
 Kegiatan ke 2 = Pekerjaan Batu dengan Mortar
 0.00 0.00 0.00 36.11 98.61 97.22 87.50 88.89 95.83 90.28 90.28 87.50 87.50 88.89
 0.00 0.00
 Kegiatan ke 3 = Pembongkaran Batu Dengan Mortar
 0.00 0.00 0.00 32.00 80.00 80.00 80.00 96.00 76.00 80.00 48.00 104.00 64.00 88.0
 0 80.00 48.00
 Kegiatan ke 4 = Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton
 56.89 74.85 74.85 38.92 32.93 32.93 29.94 37.72 29.94 35.93 29.94 22.75 11.98 41
 .92 35.93 11.98
 Kegiatan ke 5 = Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median
 120.00 124.50 128.50 130.00 50.00 52.00 50.00 48.00 35.00 34.50 30.00 32.00 40.0
 0 44.00 44.00 37.50
 Kegiatan ke 6 = Asphalt Treated Base (ATB)
 7.38 7.38 7.67 7.67 7.42 7.42 7.42 7.42 7.42 7.42 7.42 7.42 7.42 6.00 6.00
 Kegiatan ke 7 = Asphalt Concrete (Laston)
 8.07 8.07 8.15 8.15 8.07 8.07 8.11 8.11 8.07 8.07 8.07 8.07 8.15 8.15 6.03 5.96

***** TABEL ALTERNATIF SUMBER DAYA *****

Galian Tanah u/selokan & Drainasi
 5.00 8.00 0.00 0.00
 Pekerjaan Batu dengan Mortar
 9.00 6.00 3.00 0.00
 Pembongkaran Batu Dengan Mortar
 6.00 12.00 0.00 0.00
 Kerb (Penghalang & Pengaman) Beton
 3.00 5.00 8.00 10.00
 Perkerasan Blok Pada Trotoar & Median
 10.00 8.00 4.00 0.00
 Asphalt Treated Base (ATB)
 1.00 0.00 0.00 0.00
 Asphalt Concrete (Laston)
 1.00 0.00 0.00 0.00

***** TABEL AKHIR SETELAH PERHITUNGAN *****

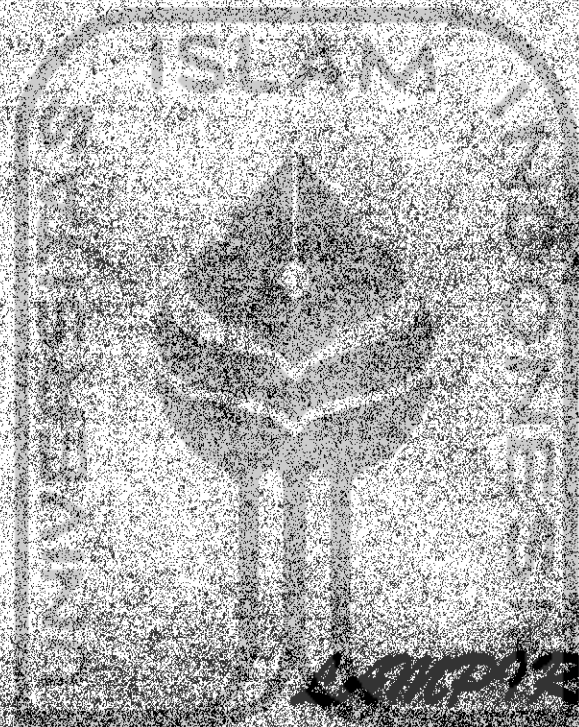
***** KEGIATAN KE-1 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

1,1,0 = 0.00
 1,1,1 = 0.00
 1,1,2 = 0.00
 1,1,3 = 0.00
 1,1,4 = 0.31
 1,1,5 = 1.07
 1,1,6 = 1.57
 1,1,7 = 1.95
 1,1,8 = 2.60
 1,1,9 = 3.19
 1,1,10 = 3.90
 1,1,11 = 4.40
 1,1,12 = 5.07
 1,1,13 = 5.74
 1,1,14 = 6.45
 1,1,15 = 6.55
 1,1,16 = 6.64

****Alternatif sumber daya ke-2

1,2,0 = 0.00
 1,2,1 = 0.00
 1,2,2 = 0.00
 1,2,3 = 0.00
 1,2,4 = 0.19
 1,2,5 = 0.67



93 - 13 - 10 - 10 - 10

1,2,6 = 0.98
1,2,7 = 1.22
1,2,8 = 1.62
1,2,9 = 1.99
1,2,10 = 2.44
1,2,11 = 2.75
1,2,12 = 3.17
1,2,13 = 3.59
1,2,14 = 4.03
1,2,15 = 4.09
1,2,16 = 4.15

****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-2 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

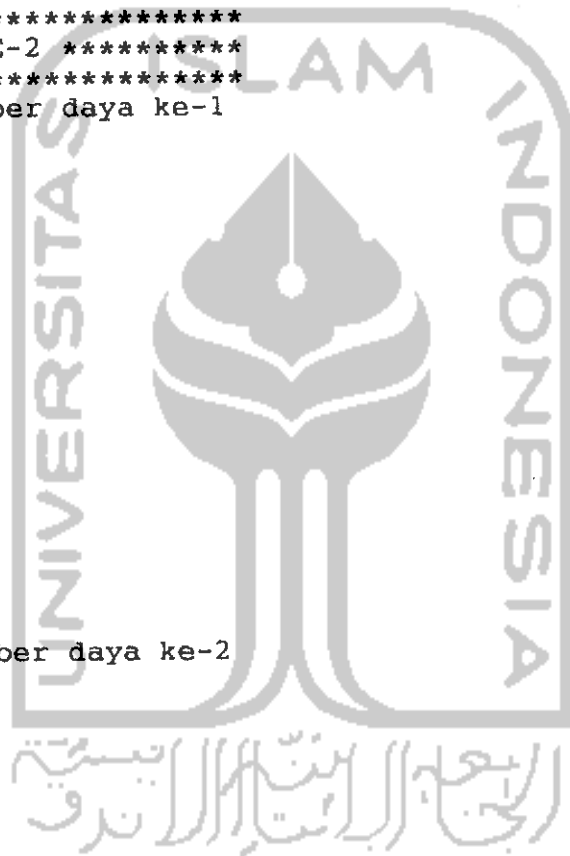
2,1,0 = 0.19
2,1,1 = 0.19
2,1,2 = 0.19
2,1,3 = 0.19
2,1,4 = 0.77
2,1,5 = 2.33
2,1,6 = 3.87
2,1,7 = 5.26
2,1,8 = 6.67
2,1,9 = 8.20
2,1,10 = 9.63
2,1,11 = 11.06
2,1,12 = 12.45
2,1,13 = 13.84
2,1,14 = 15.25
2,1,15 = 15.25
2,1,16 = 15.25

****Alternatif sumber daya ke-2

2,2,0 = 0.19
2,2,1 = 0.19
2,2,2 = 0.19
2,2,3 = 0.19
2,2,4 = 1.05
2,2,5 = 3.40
2,2,6 = 5.72
2,2,7 = 7.80
2,2,8 = 9.92
2,2,9 = 12.20
2,2,10 = 14.35
2,2,11 = 16.50
2,2,12 = 18.58
2,2,13 = 20.66
2,2,14 = 22.78
2,2,15 = 22.78
2,2,16 = 22.78

****Alternatif sumber daya ke-3

2,3,0 = 0.19
2,3,1 = 0.19
2,3,2 = 0.19
2,3,3 = 0.19
2,3,4 = 1.91
2,3,5 = 6.61
2,3,6 = 11.24
2,3,7 = 15.40
2,3,8 = 19.64
2,3,9 = 24.20
2,3,10 = 28.50
2,3,11 = 32.80



2,3,12 = 36.97
2,3,13 = 41.13
2,3,14 = 45.37
2,3,15 = 45.37
2,3,16 = 45.37
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-3 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

3,1,0 = 7.19
3,1,1 = 7.19
3,1,2 = 7.19
3,1,3 = 7.19
3,1,4 = 7.96
3,1,5 = 9.86
3,1,6 = 11.76
3,1,7 = 13.67
3,1,8 = 15.96
3,1,9 = 17.76
3,1,10 = 19.67
3,1,11 = 20.81
3,1,12 = 23.29
3,1,13 = 24.81
3,1,14 = 26.91
3,1,15 = 28.81
3,1,16 = 29.96

****Alternatif sumber daya ke-2

3,2,0 = 7.50
3,2,1 = 7.50
3,2,2 = 7.50
3,2,3 = 7.50
3,2,4 = 7.88
3,2,5 = 8.83
3,2,6 = 9.78
3,2,7 = 10.74
3,2,8 = 11.88
3,2,9 = 12.78
3,2,10 = 13.74
3,2,11 = 14.31
3,2,12 = 15.55
3,2,13 = 16.31
3,2,14 = 17.36
3,2,15 = 18.31
3,2,16 = 18.88

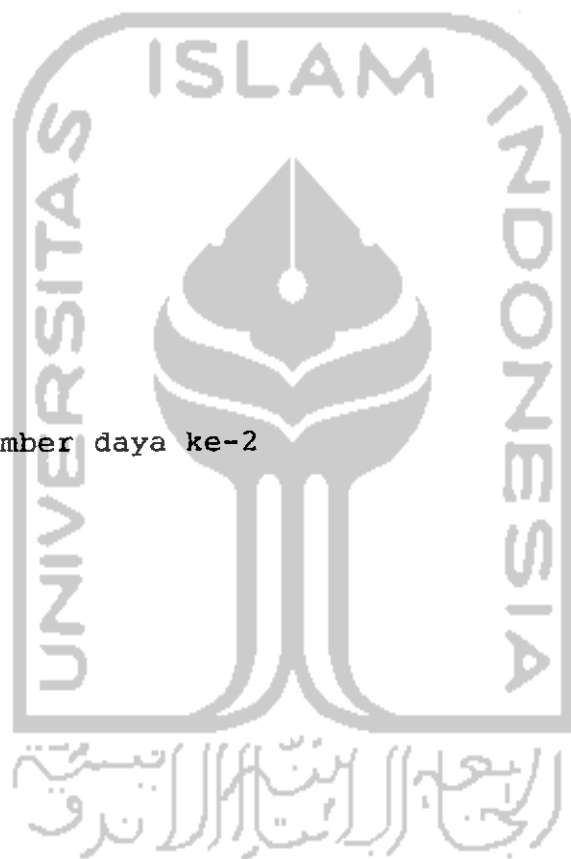
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 2 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-4 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

4,1,0 = 7.19
4,1,1 = 9.90
4,1,2 = 13.47
4,1,3 = 17.03
4,1,4 = 18.88
4,1,5 = 20.45
4,1,6 = 22.02
4,1,7 = 23.45
4,1,8 = 25.24
4,1,9 = 26.67
4,1,10 = 28.38



4,1,11 = 29.80
4,1,12 = 30.89
4,1,13 = 31.46
4,1,14 = 33.45
4,1,15 = 35.17
4,1,16 = 35.74

****Alternatif sumber daya ke-2

4,2,0 = 7.50
4,2,1 = 9.12
4,2,2 = 11.26
4,2,3 = 13.40
4,2,4 = 14.51
4,2,5 = 15.45
4,2,6 = 16.39
4,2,7 = 17.25
4,2,8 = 18.33
4,2,9 = 19.18
4,2,10 = 20.21
4,2,11 = 21.07
4,2,12 = 21.72
4,2,13 = 22.06
4,2,14 = 23.26
4,2,15 = 24.28
4,2,16 = 24.62

****Alternatif sumber daya ke-3

4,3,0 = 8.46
4,3,1 = 9.48
4,3,2 = 10.81
4,3,3 = 12.15
4,3,4 = 12.84
4,3,5 = 13.43
4,3,6 = 14.02
4,3,7 = 14.55
4,3,8 = 15.23
4,3,9 = 15.76
4,3,10 = 16.40
4,3,11 = 16.94
4,3,12 = 17.35
4,3,13 = 17.56
4,3,14 = 18.31
4,3,15 = 18.95
4,3,16 = 19.16

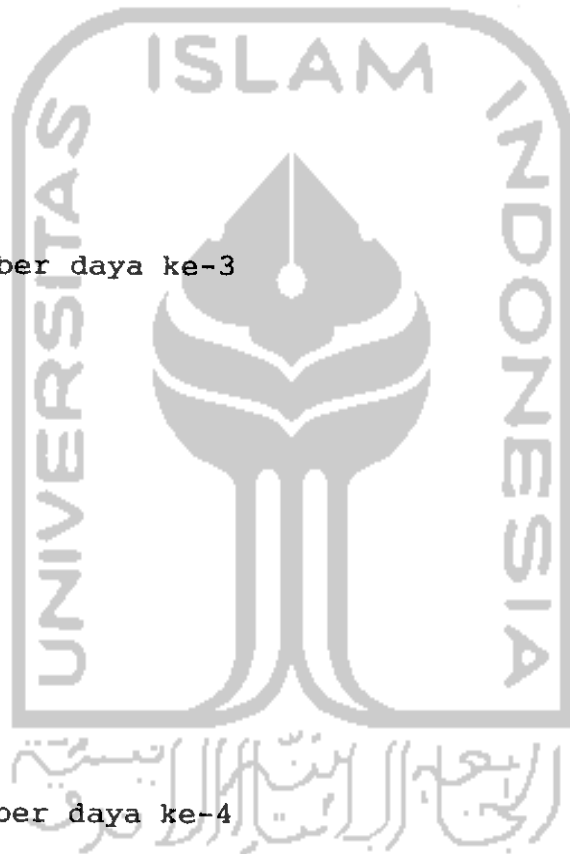
****Alternatif sumber daya ke-4

4,4,0 = 10.49
4,4,1 = 11.30
4,4,2 = 12.37
4,4,3 = 13.44
4,4,4 = 13.99
4,4,5 = 14.47
4,4,6 = 14.94
4,4,7 = 15.36
4,4,8 = 15.90
4,4,9 = 16.33
4,4,10 = 16.84
4,4,11 = 17.27
4,4,12 = 17.60
4,4,13 = 17.77
4,4,14 = 18.37
4,4,15 = 18.88
4,4,16 = 19.05

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 4 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-5 *****

****Alternatif sumber daya ke-1
5.1.0 = 9.48



5,1,1 = 11.19
 5,1,2 = 12.97
 5,1,3 = 14.80
 5,1,4 = 16.66
 5,1,5 = 17.38
 5,1,6 = 18.12
 5,1,7 = 18.83
 5,1,8 = 19.52
 5,1,9 = 20.02
 5,1,10 = 20.51
 5,1,11 = 20.94
 5,1,12 = 21.40
 5,1,13 = 21.97
 5,1,14 = 22.60
 5,1,15 = 23.23
 5,1,16 = 23.76

***Alternatif sumber daya ke-2

5,2,0 = 9.12
 5,2,1 = 11.27
 5,2,2 = 13.49
 5,2,3 = 15.78
 5,2,4 = 18.11
 5,2,5 = 19.00
 5,2,6 = 19.93
 5,2,7 = 20.82
 5,2,8 = 21.68
 5,2,9 = 22.30
 5,2,10 = 22.92
 5,2,11 = 23.45
 5,2,12 = 24.03
 5,2,13 = 24.74
 5,2,14 = 25.53
 5,2,15 = 26.31
 5,2,16 = 26.98

***Alternatif sumber daya ke-3

5,3,0 = 9.12
 5,3,1 = 13.41
 5,3,2 = 17.86
 5,3,3 = 22.45
 5,3,4 = 27.09
 5,3,5 = 28.87
 5,3,6 = 30.73
 5,3,7 = 32.52
 5,3,8 = 34.23
 5,3,9 = 35.48
 5,3,10 = 36.71
 5,3,11 = 37.78
 5,3,12 = 38.93
 5,3,13 = 40.36
 5,3,14 = 41.93
 5,3,15 = 43.50
 5,3,16 = 44.84

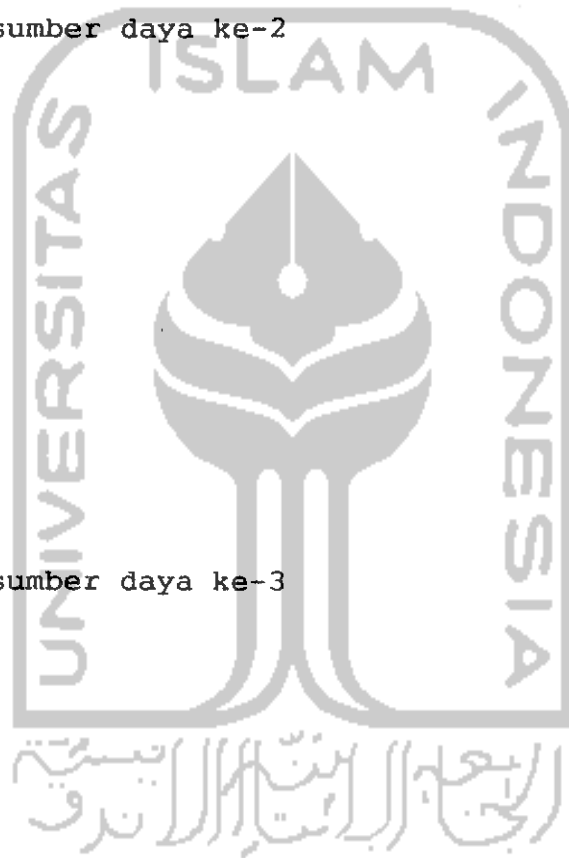
***Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

 ***** KEGIATAN KE-6 *****

 ***Alternatif sumber daya ke-1

6,1,0 = 13.46
 6,1,1 = 14.51
 6,1,2 = 15.57
 6,1,3 = 16.66
 6,1,4 = 17.76
 6,1,5 = 18.82



4.6. Analisis Pengendalian Proyek

Menilik hasil pengolahan data dari masing-masing pembagian lokasi (level) dengan alternatif sumber daya yang digunakan pada masing-masing kegiatan, maka ada dua pokok analisis yang perlu mendapatkan pembahasan di sini, khususnya berkaitan dengan pengendalian waktu pelaksanaan proyek. *Pertama*, pengaruh terhadap alternatif Sumber Daya yang digunakan. *Kedua*, laju penyelesaian proyek berkaitan dengan pembagian lokasi proyek menjadi beberapa bagian.

4.6.1. Sumber Daya

Dengan ditingkatkannya sumber daya pada masing-masing kegiatan pada setiap lokasi yang sama, maka secara otomatis akan semakin mempercepat laju penyelesaian pekerjaan. Demikian juga pada dasarnya alternatif sumber daya yang besar biasanya merupakan alternatif yang dipilih dalam penjadualan. Kendatipun demikian tidak selamanya menjadi "*solusi final*", karena adanya pengaruh kegiatan yang mendahului maupun kegiatan selanjutnya.

Sebagai contoh dapat dicermati pada kegiatan (4) "**Pekerjaan (Penghalang & Pengaman) Beton**". Pada kegiatan tersebut sumber daya yang besar adalah alternatif sumber daya ke-4 [$r^{(4)}$], demikian juga alternatif sumber daya tersebut menghasilkan tempo penyelesaian kegiatan paling cepat. Kendatipun demikian alternatif sumber daya ke-4 [$r^{(4)}$] bukan pilihan yang tepat, karena akan terjadi benturan pekerjaan pada kegiatan berikutnya. Hal ini dapat dicermati pada

6,1,6 = 19.88
6,1,7 = 20.94
6,1,8 = 22.00
6,1,9 = 23.06
6,1,10 = 24.12
6,1,11 = 25.18
6,1,12 = 26.24
6,1,13 = 27.30
6,1,14 = 28.36
6,1,15 = 29.21
6,1,16 = 30.07

****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH

***** KEGIATAN KE-7 *****

****Alternatif sumber daya ke-1

7,1,0 = 14.51
7,1,1 = 15.66
7,1,2 = 16.82
7,1,3 = 17.98
7,1,4 = 19.15
7,1,5 = 20.30
7,1,6 = 21.45
7,1,7 = 22.61
7,1,8 = 23.77
7,1,9 = 24.92
7,1,10 = 26.07
7,1,11 = 27.23
7,1,12 = 28.38
7,1,13 = 29.54
7,1,14 = 30.71
7,1,15 = 31.57
7,1,16 = 32.42

****Alternatif sumber daya ke-2
****Alternatif sumber daya ke-3
****Alternatif sumber daya ke-4

ALTERNATIVE SUMBER DAYA KE 1 YANG DIPILIH



10-20-71

Procedur take-input;

Begin
Masukkan jumlah kegiatan (jumlah-kegiatan)
Masukkan jumlah lokasi (jumlah-lokasi)
Masukkan jumlah alternatif sumber daya (jumlah-alternatif-pekerja)

For I = 1 to jumlah-kegiatan
 For j = 1 to jumlah-lokasi kegiatan ke
 Masukkan jam kerja lokasi ke-i, lokasi ke-j (lokasi [I,j])
 For k = 0 to jumlah-alternatif-pekerja
 Masukkan jumlah alternatif 50 kegiatan ke-I, alternatif ke-k (pekerja [I,k])
 end;
end;

Procedur hitung;

Begin
For I = 1 to jumlah-kegiatan
 For j = 1 to jumlah-lokasi
 For k = 0 to jumlah-alternatif-pekerja
 Masukkan nilai awal (awal)
 $SL = \text{awal} * (\text{lokasi [I,j]} / \text{pekerja [I,k]})$

For I = 1 to jumlah-kegiatan
 For j = 1 to jumlah-lokasi
 For k = 0 to jumlah-alternatif-pekerja
 Sortir - Ω
 {*cari nilai SL terkecil*}

For I = 1 to jumlah-kegiatan
 For j = 1 to jumlah-lokasi
 For k = 0 to jumlah-alternatif-pekerja
 tabel = SL-Sortir-SL
 end;
end;

Procedur tampil-tabel

Begin
For I = 1 to jumlah-kegiatan
 For j = 1 to jumlah-lokasi
 For k = 0 to jumlah-alternatif-pekerja
 Tampilkan tabel
 Cetak alternatif pekerja yang dipilih untuk kegiatan ke-I
 Tampilkan grafik
 {*grafik dibuat berdasarkan alternatif masing-masing kegiatan yang dipilih}
end;

Begin
Take-input;
Hitung;
Tampil-tabel;
end.