

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
ANTARA PENJADWALAN DENGAN *BARCHART*
DAN *LINEAR SCHEDULING METHOD*
(*COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS AND TIME ON
SCHEDULING USING BARCHART AND LINEAR
METHOD*)**

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II
Multiyears)**

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



**Opin Zahendra Dahlan
12511265**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2018**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
ANTARA PENJADWALAN DENGAN *BARCHART* DAN
LINEAR SCHEDULING METHOD
(*COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS AND TIME ON
SCHEDULING USING BARCHART AND LINEAR
METHOD*)**

Disusun oleh

Opin Zahendra Dahlan
12511265

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

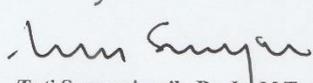
Diuji pada tanggal 3 Oktober 2018

oleh Dewan Penguji

Pembimbing I

Penguji I

Penguji II



Tuti Sumarningsih, Dr., Ir., M.T
NIK: 875110101



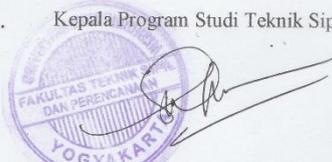
Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D
NIK: 005110101



Albani Musvafa', S.T., M.T., Ph.D
NIK: 955110102

Mengesahkan,

Kepala Program Studi Teknik Sipil



Sri Amini Yuni Astuti, Dr., Ir., M.T
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

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

Yogyakarta, 29 Juli 2018

Yang membuat pernyataan,




Opin Zahendra Dahlan
(12511265)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Penjadwalan Dengan BarChart Dan Linear Scheduling Method*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

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

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

Yogyakarta, 29 Juli 2018

Penulis

Opin Zahendra Dahlan

12511265

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang	7
2.3 Keaslian Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Proyek	12
3.1.1 Sasaran Proyek	12
3.1.2 Siklus Proyek	12
3.2 Penjadwalan Proyek	13
3.2.1 Tujuan Penjadwalan Proyek	13
3.2.2 Metode Penjadwalan Linier	13

3.2.3 Metode Penjadwalan <i>Line of Balance</i>	14
3.2.4 Teknik Perhitungan <i>Line of Balance</i>	15
3.2.5 Pengendalian Jenis Pekerjaan Metode LSM	18
3.3 Produktivitas	20
3.3.1 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas	20
3.4 Perencanaan Biaya Proyek	22
3.4.1 Modal Tetap	22
3.4.2 Rencana Anggaran Biaya	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	26
4.1 Jenis Penelitian	26
4.2 Lokasi Penelitian	26
4.3 Teknik Pengumpulan Data	27
4.3.1 Sumber Data	27
4.3.2 Data Primer	27
4.3.3 Data Sekunder	28
4.4 Pengolahan Data Menggunakan Metode LSM	28
4.5 Variabel Penjadwalan Menggunakan Metode LSM	28
4.6 Pengendalian Proyek Pada Metode LSM	29
4.7 Rencana Anggaran Biaya	30
4.8 Tahapan Penelitian	30
4.9 Diagram Alir Penelitian	31
4.10 Waktu Pelaksanaan	33
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	34
5.1 Data Penelitian	34
5.2 Analisis Data Menggunakan <i>Linier Scheduling Method</i> (LSM)	36
5.2.1 Logika Ketergantungan	36
5.2.2 Daftar Jenis Pekerjaan	38
5.2.3 Pembuatan Jadwal Dengan Metode LSM	38
5.3 Diagram <i>Linier Scheduling Method</i>	46
5.4 Percepatan Pada Metode LSM	47
5.4.1 <i>Trial</i> Percepatan Pada Metode LSM	48

5.4.2 Rekapitulasi <i>Trial</i> Percepatan Pada Metode LSM	50
5.5 Pengendalian Proyek Menggunakan Metode LSM	53
5.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	56
5.6.1 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan	56
5.6.2 Rekapitulasi Harga Total Pekerjaan	60
5.7 Pembahasan	63
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	69
6.1 Simpulan	69
6.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	8
Tabel 3.1	Siklus Proyek	12
Tabel 5.1	Data Jumlah Pekerja, Durasi Pekerjaan Dan <i>Buffer Time</i>	35
Tabel 5.2	Logika Penggabungan Item Pekerjaan	38
Tabel 5.3	Rekapitulasi Jenis dan Durasi Pekerjaan	38
Tabel 5.4	Rekapitulasi Penjadwalan LSM	41
Tabel 5.5	Perhitungan Memulai Pekerjaan Segmen 1 Hingga Segmen 14	45
Tabel 5.6	Rekapitulasi Mulai Pekerjaan Persegmen	46
Tabel 5.7	Rekapitulasi Hasil <i>Trial</i> Percepatan Pada Metode LSM	51
Tabel 5.8	Rekapitulasi Jalur Pengendalian Proyek	55
Tabel 5.9	Perhitungan Kebutuhan Alat	57
Tabel 5.10	Perhitungan Harga Satuan Alat	57
Tabel 5.11	Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja	58
Tabel 5.12	Perhitungan Harga Satuan Upah Tenaga Kerja	58
Tabel 5.13	Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan	59
Tabel 5.14	Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Semua Jenis Pekerjaan	59
Tabel 5.15	Rekapitulasi Harga Total Pekerjaan	61
Tabel 5.16	Perbandingan Harga dan Pekerja Antara <i>BarChart</i> Dengan Metode LSM	66
Tabel 5.17	Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Buffer Time Dan Buffer Distance</i>	18
Gambar 3.2	Hubungan <i>Least Time (LT)</i> , <i>Least Distance (LD)</i> dan <i>Concident Duration</i>	19
Gambar 3.3	Garis Kendali Potensial	19
Gambar 3.4	Skema Perhitungan RAB	25
Gambar 4.1	Lokasi Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears	26
Gambar 4.2	Diagram Alir Tahapan Penelitian	32
Gambar 5.1	Tampak Atas Jalan	34
Gambar 5.2	Diagram LSM	46
Gambar 5.3	<i>Trial</i> Percepatan Selama 4 Hari Pertama	48
Gambar 5.4	<i>Trial</i> Percepatan Selama 4 Hari Kedua	49
Gambar 5.5	<i>Trial</i> Percepatan Selama 4 Hari Ketiga	50
Gambar 5.6	Diagram LSM Setelah Percepatan	53
Gambar 5.7	<i>Least Time</i> dan <i>Least Distance</i>	54
Gambar 5.8	Jalur Kritis Yang Perlu Dikendalikan	55

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LSM	=	<i>Linear Scheduling Method</i>
LoB	=	<i>Line of Balance</i>
M	=	Jumlah Jam Kerja Pada Jenis Pekerjaan per Unit Target Mingguan
N	=	Jumlah Total Pekerja
n	=	Jumlah Pekerja Pada Kelompok Kerja
H	=	Jumlah Kelompok Kerja yang Dibutuhkan
A	=	Jumlah Pekerja yang Dibutuhkan Dalam Satu Kelompok
R	=	Rataan Aktual Kelompok Kerja
t	=	Waktu Pengerjaan Jenis Pekerjaan Dalam 1 Unit
T	=	Waktu Yang Diperlukan Untuk Memulai Pekerjaan Pada Unit Terakhir
RAB	=	Rencana Anggaran Biaya
HSP	=	Harga Satuan Pekerjaan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Time Schedule</i> Penelitian	74
Lampiran 2 Grafik Awal	75
Lampiran 3 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan Galian Tanah	76
Lampiran 4 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan Timbunan Tanah	78
Lampiran 5 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan Drainase	80
Lampiran 6 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan Perkerasan Berbutir	82
Lampiran 7 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan Struktur	84
Lampiran 8 Grafik <i>Trial</i> Percepatan Pekerjaan <i>Finishing</i>	86
Lampiran 9 Grafik Akhir	88
Lampiran 10 Grafik Pengendalian Proyek	89
Lampiran 11 <i>Time Schedule</i> Proyek	91
Lampiran 12 Rekapitulasi RAB Proyek <i>Existing</i>	92
Lampiran 13 Gambar Pelaksanaan Di Lapangan	93
Lampiran 14 Gambar Kerja Proyek <i>Existing</i>	95

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II *Multiyears* di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, direncanakan penjadwalan proyek menggunakan kurva-s dengan masa waktu penyelesaian 187 hari. Dengan rencana biaya anggaran sebesar Rp. 36.725.156.000,00. Metode penjadwalan proyek direncanakan agar pelaksanaan berjalan sesuai rencana secara efisien dan anggaran biaya yang dikeluarkan juga sesuai dengan rencana awal. Secara aktual pelaksanaan proyek selalu terjadi keterlambatan dikarenakan banyak faktor yang terjadi di lapangan, sehingga perlu metode perencanaan penjadwalan yang sesuai untuk jenis proyek itu sendiri.

Penelitian ini ingin merencanakan penjadwalan pembangunan proyek jalan tersebut menggunakan metode *Linier Scheduling Method* dengan memanfaatkan durasi rencana dan rencana anggaran biaya proyek *existing*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan penjadwalan dan rencana anggaran biaya antara metode LSM dan proyek *existing* serta pengendalian proyek. Analisis penjadwalan proyek ini dimaksudkan untuk mendapatkan waktu penyelesaian lebih cepat dengan biaya anggaran yang dikeluarkan lebih ekonomis serta upaya pengendalian yang perlu dilakukan.

Hasil analisis penjadwalan proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II *Multiyears* dengan menggunakan metode *Linier Scheduling Method* memperoleh waktu penyelesaian selama 137 hari. Sedangkan pada perencanaan awal proyek *existing* diperlukan waktu penyelesaian selama 187 hari. Terjadi selisih durasi pengerjaan selama 50 hari. Pengendalian proyek perlu dilakukan disetiap jenis pekerjaan, dimana pada lokasi dan waktu tertentu proyek harus diawasi secara ketat agar proses penyelesaian pekerjaan tidak terjadi keterlambatan. Adapun rencana anggaran biaya proyek menggunakan metode *Linier Scheduling Method* diperoleh hasil sebesar Rp. 36.818.278.000,00. Sedangkan rencana anggaran biaya proyek awal sebesar Rp. 36.725.156.000,00 dengan selisih biaya Rp. 93.122.000,00. Dengan melihat perbandingan efektivitas waktu maka penjadwalan dengan menggunakan metode *Linier Scheduling Method* lebih efektif dan efisien. Sedangkan dengan melihat perbandingan biaya maka menggunakan metode LSM lebih mahal daripada proyek *existing* dalam pelaksanaan proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II *Multiyears*.

Kata kunci: *Linier Scheduling Method*, penjadwalan proyek, rencana anggaran biaya, pengendalian proyek

ABSTRACT

Project of Coastal Road Phase II Multiyears in North Penajam Paser District, East Kalimantan, planned project scheduling using curve-s with time period of completion of 187 days. With a budget plan of Rp. 36.725.156.000,00. A method of scheduling a project is planned so that the execution goes according to plan efficiently and the cost budget incurred is also in accordance with the original plan. Actual project implementation is always a delay due to many factors that occur in the field, so it needs a method of scheduling planning is appropriate for the type of project itself.

This research is intended to plan the construction of the road project using Linear Scheduling Method by utilizing the duration of plan and budget plan of existing project cost. The purpose of this research is to know the comparison of scheduling, budget plan of existing project and project control. The scheduling analysis of the project is intended to obtain a faster turnaround time with more economical budget costs incurred and control that needs to be done.

The results of the scheduling analysis of the Coastal Road Multiyears Phase II Road Development project using the Linear Scheduling Method method obtain a completion time of 137 days. Whereas in the initial planning of the existing project it takes a completion time of 187 days. There is a difference in the duration of workmanship for 50 days. Project control needs to be carried out in each type of work, where at certain locations and times the project must be closely monitored so that the process of completing the work does not occur. As for the project cost budget plan using the Linear Scheduling Method, the result is Rp. 36,818,278,000.00. While the initial project cost budget plan is Rp. 36,725,156,000.00 with a difference in the cost of Rp. 93,122,000.00. By looking at the comparison of time effectiveness, scheduling using the Linear Scheduling Method is more effective and efficient. Meanwhile, by looking at the cost comparison, using the LSM method is more expensive than the existing project in the implementation of the Multiyears Road Phase II Coastal Road Development project.

Keywords: *Linear Scheduling Method, project scheduling, budget plan, project control*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam mendukung pembangunan ekonomi masyarakat Indonesia diperlukan prasarana pendukung infrastruktur jalan yang memadai dalam menunjang aktivitas pembangunan. Masalah utama pengembangan potensi daerah adalah terbatasnya akses untuk menjangkau daerah tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan membuka isolasi wilayah tersebut dengan membuka jalur transportasi baru untuk mengatasi hambatan akibat kondisi alam dan jarak tempuh antar pusat-pusat kegiatan sehingga dibutuhkan sarana transportasi yang memadai.

Menurut Sanjaya (2014), pelaksanaan pekerjaan yang berulang pada proyek tidak selalu harus diselesaikan untuk satu persatu terlebih dahulu baru kemudian sebagian kedua, ketiga dan seterusnya. Hal ini akan tidak efisien dalam penggunaan sumber daya dan durasi proyek sehingga berimbas pada membengkaknya biaya proyek. Pelaksanaan proyek multiunit yang ditandai dengan adanya pekerjaan yang berulang sebaiknya direkayasa dalam penggunaan tenaga kerja yang lebih efisien dengan cara perpindahan kelompok kerja setiap item pekerjaan dari unit satu ke unit berikutnya (kontinyu).

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Menurut Kerzner (2006) dalam Halimi (2018), di dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu. Umumnya, penjadwalan proyek yang lemah dapat menyebabkan penyelesaian proyek tertunda atau terjadi pemborosan biaya, dan penjadwalan merupakan bagian yang sangat penting dalam proses penyelesaian proyek. Ada tiga tahapan penting dalam suatu proyek, yaitu tahap perencanaan, penjadwalan dan tahap pengkoordinasian. Penjadwalan proyek direncanakan dan dibuat dengan tujuan agar proyek dapat selesai tepat waktu.

Penjadwalan merupakan pembagian waktu secara rinci masing-masing kegiatan atau jenis kegiatan pada proyek konstruksi, mulai awal pekerjaan sampai dengan akhir pelaksanaan. Jadwal waktu proyek merupakan alat yang dapat menunjukkan kapan berlangsungnya setiap kegiatan, sehingga dapat digunakan pada waktu merencanakan kegiatan-kegiatan maupun untuk pengendalian pelaksanaan proyek secara keseluruhan (Dipohusodo, 1996). Efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan sering tidak sesuai rencana dalam pelaksanaannya. Hal tersebut dibuktikan dari hasil lapangan yang menunjukkan waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, sehingga waktu penyelesaian suatu proyek tidak dapat dipastikan dapat ditepati.

Cara yang perlu diperhatikan untuk mengatasi hal tersebut yaitu, dengan menerapkan konsep perencanaan untuk meminimalkan kegagalan pada suatu proyek yang dapat menyebabkan kerugian, misal pemborosan waktu, tenaga kerja dan biaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk menghadapi masalah tersebut sehingga terbentuk penjadwalan pelaksanaan proyek dengan waktu, tenaga kerja dan biaya yang efisien.

Pemilihan tipe metode penjadwalan tergantung dari karakteristik tiap-tiap proyek (Callahan, 1992) dalam Halimi (2018). Metode penjadwalan secara umum terbagi menjadi 3 jenis, yaitu Bagan Balok dan Kurva S, Diagram Jaringan dan Diagram Garis Keseimbangan/*Linear Scheduling Method* (LSM). Berdasarkan 3 jenis metode tersebut, maka pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis terhadap penjadwalan proyek dengan metode Diagram Garis Keseimbangan/*Linear Scheduling Method* (LSM), dengan studi kasus Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears di Propinsi Kalimantan Timur. Pemilihan proyek ini berdasarkan pertimbangan bahwa pada proyek ini akan dibangun jalan baru dan penjadwalan dibuat dengan metode *BarChart* (Bagan Balok). Dengan menggunakan penjadwalan metode LSM diharapkan dapat mempermudah pengerjaan proyek yang mempunyai kegiatan berulang dan dengan jangka waktu yang relatif panjang menjadi lebih efektif dalam tahapan pembangunannya dan dapat mengetahui kelemahan dari sistem penjadwalan yang diterapkan pada saat sekarang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, adapun rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapakah durasi Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears dengan metode LSM ?
2. Bagaimana pengendalian proyek menggunakan metode LSM ?
3. Bagaimana hasil perbandingan pengendalian proyek antara metode LSM dan *BarChart* ?
4. Bagaimana hasil rencana anggaran biaya menggunakan metode LSM ?
5. Bagaimana hasil perbandingan penjadwalan dan biaya pengerjaan antara proyek *existing* dengan menggunakan metode LSM ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui durasi dalam penjadwalan pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears dengan metode LSM.
2. Mengetahui jalur-jalur yang perlu dikendalikan pada proyek menggunakan metode LSM.
3. Mengetahui perbandingan pengendalian proyek antara metode LSM dan *BarChart*.
4. Mengetahui besar rencana anggaran biaya proyek menggunakan metode LSM.
5. Mengetahui selisih durasi dan biaya antara proyek *existing* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu manajemen konstruksi.
2. Dapat dijadikan dasar ataupun patokan untuk penelitian selanjutnya, khususnya dalam penggunaan metode LSM.

3. Diharapkan metode LSM dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pelaksanaan proyek karena pada pelaksanaan proyek tersebut dilakukan dengan pengerjaan dengan karakteristik rangkaian kegiatan yang sama dan berulang.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini akan diberikan batasan-batasan agar penelitian yang dilakukan dapat terarah dan tidak meluas. Batasan-batasan yang digunakan sebagai berikut.

1. Penelitian ini merupakan penjadwalan ulang pengerjaan Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears di Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur.
2. Metode penjadwalan yang digunakan adalah metode LSM (*Linier Scheduling Method*).
3. Penelitian ini membandingkan penjadwalan proyek *existing* berupa *BarChart* dengan rencana anggaran biaya menggunakan metode LSM.
4. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek yaitu penjadwalan proyek berupa kurva *s/BarChart* dan rencana anggaran biaya.
5. Jumlah material dan alat yang digunakan pada proyek *existing* sama dengan yang digunakan pada metode LSM.
6. Tidak adanya keterbatasan jumlah sumber daya manusia.
7. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk menghitung dan menggunakan *AutoCAD 2008* membuat penjadwalan ulang serta mengetahui waktu penyelesaian proyek.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Halimi (2018) telah melakukan penelitian tentang “Analisis Penjadwalan Ulang Dengan Menggunakan Metode LSM (*Linier Scheduling Method*) (Studi Kasus : Perumahan Green Valley Rangkas Bitung)”. Analisa yang dilakukan pada penelitian ini untuk memperlihatkan cara melakukan penjadwalan pada sebuah perumahan yang memiliki jumlah rumah (unit) yang cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi penjadwalan ulang dengan menggunakan metode LSM dan mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM.

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan struktur proyek yaitu selama 92 hari. Sedangkan pada *time schedule existing* rencana proyek diperlukan waktu selama 132 hari untuk menyelesaikan proyek tersebut. Kenyataannya di lapangan, proses pembangunan banyak mengalami keterlambatan. Durasi realisasi di lapangan membutuhkan waktu 172 hari. Proyek mengalami keterlambatan hingga 40 hari lamanya.

Prasetyo (2017) telah melakukan penelitian tentang “Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan *Line of Balance* (Studi Kasus Peoyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016)”. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan penjadwalan ulang pada proyek Rehabilitasi/Peningkatan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016 dengan metode penjadwalan *Line of Balance* serta untuk mengetahui cara meningkatkan produktivitas.

Metode yang dilakukan adalah pengumpulan data berupa gambar proyek, penjadwalan dengan kurva s, rencana anggaran biaya dan produktivitas kelompok

kerja, yang dilanjutkan dengan penjadwalan ulang dengan metode *line of balance* dengan beberapa variasi. Hasil tersebut dianalisis dengan analisis *trial and error*. Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Penjadwalan *Line of Balance* yang optimal (didasarkan pada peningkatan produktivitas pekerjaan pasangan batu kali untuk saluran (2 kali), pekerjaan plesteran pekerjaan pembesian, pekerjaan leuneng, pekerjaan aspal dan penambahan *buffer* pada pekerjaan bekisting, pekerjaan cor beton sehingga tanpa konflik) didapatkan pada penjadwalan *Line of Balance* dengan durasi 47 hari.
2. Peningkatan produktivitas untuk proyek ini dengan cara penambahan tenaga kerja.

Sanjaya dan Prawira (2014) telah melakukan penelitian tentang “Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (*line of Balance*) (Studi Kasus Pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence)”. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengendalian proyek dengan metode linear setimbang dalam penjadwalan proyek untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder. Setelah data terkumpul dibuat *work breakdown* struktur berdasarkan data yang ada, kemudian menganalisis konflik yang ada untuk 1 *couple* 2 rumah. Langkah selanjutnya adalah memberikan *buffer time* untuk menghindari terjadinya konflik, kemudian membuat *Barchart* untuk 3 *couple* yang diikuti analisis konflik yang terjadi, langkah terakhir membuat Diagram *Line of Balance* untuk untuk *couple* (6 unit) rumah.

Hasil dari penelitian ini adalah waktu total yang diperlukan menyelesaikan proyek tersebut untuk 1 *couple* (2 unit) adalah 20 minggu, sedangkan untuk 3 *couple* (6 unit) dengan metode keseimbangan garis adalah 58 minggu. Dengan menggunakan *Line of Balance* dapat terlihat sumber sumber daya yang terus berkelanjutan (*continue*) tanpa adanya pemutusan sehingga sumber daya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan percepatan waktu penyelesaian proyek akibat adanya pengoptimalan sumber daya. *Line of Balance* mampu menyajikan tingkat

produktifitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah dimengerti sehingga dapat menunjukkan kesalahan yang terjadi pada kemajuan kegiatan dan mengestimasi gangguan yang mungkin akan terjadi. Namun, *Line of Balance* memiliki kekuranganyaitu metode ini menyebabkan peningkatan biaya akibat adanya peningkatan kegiatan tiap minggunya.

Nugraheni (2004) telah melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Line Balance Diagram (*Scheduling* pada Proyek Perumahan)”. Tujuan penelitian ini untuk memperlihatkan cara melakukan penjadwalan pada sebuah perumahan yang memiliki jumlah rumah (unit) yang cukup banyak. Perhitungan yang akan dilakukan didasarkan pada ketentuan dari sebuah proyek perumahan, yaitu:

1. Jumlah unit rumah : 130 unit
2. Type rumah : 63 luas bangunan (m²)
3. Target : 20 unit per minggu
4. Target durasi proyek : 6 bulan (26 minggu atau 182 hari)

Kesimpulan yang diperoleh adalah metode penjadwalan *Line Balance Diagram* dapat digunakan sebagai *time schedule* bagi proyek perumahan, dengan jumlah unit 130 rumah dan diinginkan diselesaikan dalam waktu 6 bulan. Target rumah 20 unit per minggu dapat memenuhi ketentuan yang diinginkan. Berdasarkan hasil perhitungan, 130 unit rumah dapat diselesaikan dalam waktu 153 hari atau lebih cepat dari target waktu 182 hari. Untuk menyelesaikan satu unit rumah diperlukan 115 hari kerja dengan waktu kerja 6 hari kerja per minggu dan jam kerja 8 jam sehari.

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Perbedaan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode LSM dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti Terdahulu	Judul Penelitian	Aspek	
		Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Halimi (2018)	Analisis Penjadwalan Ulang Dengan Menggunakan Metode LSM (<i>Linier Scheduling Method</i>) (Studi Kasus : Perumahan Green Valley Rangkas Bitung)	Mengetahui durasi penjadwalan ulang dengan metode LSM dan mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal proyek <i>existing</i> dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM	Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan struktur proyek menggunakan metode LSM yaitu selama 92 hari. Sedangkan pada <i>time schedule existing</i> rencana proyek diperlukan waktu selama 132 hari untuk menyelesaikan proyek tersebut. Durasi realisasi di lapangan membutuhkan waktu 172 hari. Proyek mengalami keterlambatan hingga 40 hari lamanya
Prasetyo (2017)	Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Peoyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016)	Untuk mendapatkan penjadwalan ulang pada proyek Rehabilitasi atau Peningkatan Lingkungan RW I - RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016 dengan metode penjadwalan line of balance serta untuk mengetahui produktivitas	Penjadwalan <i>Line of Balance</i> yang optimal (didasarkan pada peningkatan produktivitas pekerjaan pasangan batu kali untuk saluran (2 kali), pekerjaan plesteran pekerjaan pembesian, pekerjaan leuneng, pekerjaan aspal dan penambahan <i>buffer</i> pada pekerjaan bekisting, pekerjaan cor beton sehingga tanpa konflik) didapatkan pada penjadwalan <i>Line of Balance</i> dengan durasi 47 hari

Lanjutan Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

<p>Sanjaya dan Prawira (2014)</p>	<p>Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (<i>line of Balance</i>) (Studi Kasus Pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence)</p>	<p>Menganalisis pengendalian proyek dengan metode bagian linear setimbang (<i>line of balance</i>) dalam penjadwalan proyek untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya</p>	<p>Waktu total yang diperlukan menyelesaikan proyek tersebut untuk 1 couple (2 unit) adalah 20 minggu, sedangkan untuk 3 couple (6 unit) dengan metode keseimbangan garis adalah 58 minggu. Dengan menggunakan <i>Line of Balance</i> dapat terlihat sumber sumber daya yang terus berkelanjutan (<i>continue</i>) dan percepatan waktu penyelesaian proyek akibat adanya pengoptimalan sumber daya</p>
<p>Nugraheni (2004)</p>	<p>Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Dengan Memanfaatkan <i>Line of Balance Diagram</i> (<i>Scheduling</i> pada Proyek Perumahan)</p>	<p>Untuk memperlihatkan cara melakukan penjadwalan pada sebuah perumahan yang memiliki jumlah rumah (unit) yang cukup banyak</p>	<p>Penjadwalan <i>Line Balance Diagram</i> dapat digunakan sebagai <i>time schedule</i> bagi proyek perumahan. 130 unit rumah dapat diselesaikan dalam waktu 153 hari. Untuk menyelesaikan satu unit rumah diperlukan waktu kerja 6 hari kerja per minggu dan jam kerja 8 jam sehari</p>

Lanjutan Tabel 2.1. Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Rencana Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Opin Zahendra Dahlan (2018)	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Penjadwalan Dengan <i>BarChart</i> Dan <i>Linear Scheduling Method</i> (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears)	Mengetahui durasi penjadwalan ulang dengan metode LSM, membandingkan biaya dan metode penjadwalan antara jadwal proyek <i>existing</i> dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM dan mengetahui kelebihan dan kekurangan penjadwalan dengan metode LSM	

2.3 Keaslian Penelitian

Ditinjau dari penelitian terdahulu, sudah ada peneliti-peneliti yang melakukan penelitian tentang penjadwalan ulang menggunakan metode LSM. Dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil yang berbeda. Perbedaan hasil penelitian tersebut dipengaruhi oleh jenis proyek dengan kuantitas yang berbeda, jumlah pekerja di lapangan dan lokasi proyek. Oleh karena itu, diambil satu jenis proyek dengan kuantitas, jumlah pekerja dan lokasi yang berbeda dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sehingga diperoleh satu jenis proyek yang nantinya akan diteliti dengan menggunakan metode LSM dan membandingkan rencana anggaran biaya proyek tersebut. Dengan demikian penelitian Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Penjadwalan Dengan *BarChart* Dan *Linear Scheduling Method* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears) dapat dipertanggungjawabkan keasliannya.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Kegiatan proyek adalah satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

3.1.1 Sasaran Proyek

Setiap proyek memiliki tujuan yang khusus, dimana untuk mencapai tujuan tersebut ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter yang sangat penting bagi penyelenggaraan proyek yang diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan tersebut di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999).

3.1.2 Siklus Proyek

Adapun tahapan siklus proyek menurut Soeharto (1999) dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Siklus Proyek

Tahap Konseptual	Tahap PP/Definisi	Tahap Implementasi	Tahap Terminasi
a. Perumusan gagasan b. Kerangka acuan c. Studi kelayakan d. Indikasi dimensi lingkup proyek e. Indikasi biaya dan jadwal	a. Pendalaman berbagai aspek persoalan b. Desain-engineering dan pengembangan c. Pembuatan jadwal induk dan anggaran, menentukan kelanjutan investigasi d. Penyusunan strategi penyelenggaraan dan rencana pemakaian sumber daya e. Pembekelan dini f. Penyiapan perangkat dan peserta	a. <i>Desain-engineering</i> terinci b. Pembuatan spesifikasi dan kriteria c. Pembelian peralatan dan material d. Pabrikasi dan konstruksi e. Inspeksi mutu f. <i>Mechanical "completion"</i>	a. <i>Start-up</i> b. Demobilisasi laporan penutupan c. Tahap operasi atau utilisasi

Sumber : Soeharto (1999)

3.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen, 2009). Sedangkan menurut Faisol (2010), penjadwalan adalah perencanaan pembagian waktu dan hubungan antar pekerjaan yang ada dalam suatu proyek.

3.2.1 Tujuan Penjadwalan Proyek

Menurut Faisol (2010), tujuan dari penjadwalan proyek adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui hubungan antar pekerjaan, baik mendahului maupun yang mengikuti.
2. Mengetahui durasi tiap pekerjaan dan durasi proyek.
3. Mengetahui waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan.
4. Sebagai alat penyediaan dan pengendalian sumber daya.
5. Sebagai alat monitoring, pengendalian dan evaluasi proyek.

3.2.2 Metode Penjadwalan Linear

Metode penjadwalan linier dapat menjadi alternatif pada penjadwalan jenis proyek berulang yang umumnya menggunakan metode jaringan. Proyek yang dalam pengerjaannya berulang cukup umum untuk ditemui dalam pekerjaan konstruksi. Menurut Hegazy dan Wassef (2001) dalam Halimi (2018), terdapat dua kategori yakni proyek yang berulang karena pengulangan seragam dari unit kerja selama proyek berlangsung (seperti beberapa unit rumah yang serupa, segmen-segmen rantai pada bangunan bertingkat) dan proyek yang harus berulang-ulang

karena geometris layout (seperti ruas-ruas jalan raya dan proyek pipa). Proyek dengan kategori tersebut biasanya disebut sebagai proyek berulang atau linier menurut Ammar dan Elbeltagi (2001) dalam Halimi (2018). Proyek dengan kategori berulang atau linier dijadwalkan dengan cara untuk meminimalkan waktu tunggu kru dan memastikan kesinambungan sumber daya.

Metode penjadwalan linear merupakan metode efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horisontal maupun vertikal. Menurut Mawdesley (1997) dalam Halimi (2018), terdapat dua jenis dalam metode penjadwalan linear, yaitu : LoB (*Line of Balance*) dan *Time Chainage Diagram*.

3.2.3 Metode Penjadwalan *Linear Scheduling Method*

Pada mulanya *Linear Scheduling Method* atau dikenal juga dengan *Line of Balance* (LoB) berasal dari industri manufaktur dan pada tahun 1942 dikembangkan kembali oleh Departemen Angkatan Laut AS untuk pemrograman dan pengendalian proyek-proyek yang bersifat repetitif, kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Nation Building Agency* di Inggris untuk proyek-proyek perumahan yang se jenis. Alat penjadwalan yang orientasinya pada sumber daya ini ternyata lebih sesuai dan realistis daripada alat penjadwalan yang berorientasi pada dominasi kegiatan. Kemudian metode ini diadaptasi oleh Lumsden (1968) dalam Halimi (2018) untuk perencanaan dan pengendalian proyek, di mana produktivitas sumber daya dipertimbangkan sebagai bagian yang penting.

LSM/LoB merupakan metode yang menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan utama dari metodologi LoB ini yaitu menyediakan tingkat produktivitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang relatif lebih mudah. Selain itu, plot LoB dapat menunjukkan dengan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan dan dapat memprediksi potensi gangguan yang akan datang. Menurut Arditi dan Albulak (1986) dalam Halimi (2018), LoB memiliki pemahaman yang lebih baik untuk proyek-proyek yang tersusun dari kegiatan berulang daripada teknik penjadwalan yang lain, karena LoB memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat

produktivitas kegiatan, memiliki kehalusan dan efisiensi dalam pengaliran sumber daya dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya daripada penjadwalan *network*.

Menurut Husen (2009), efektifitas metode ini dapat digunakan pada proyek bangunan bertingkat dengan keragaman masing-masing tingkat bangunan relatif sama. Pada proyek yang cukup besar, metode ini juga dapat membantu memonitor kemajuan kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini bisa dilakukan jika dikombinasikan dengan metode *network*, karena metode penjadwalan linear dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan oleh metode *network*.

Menurut Arditi (2002) dalam Halimi (2018), di berbagai literatur internasional biasanya LoB ditunjukkan sebagai alat penjadwalan yang hanya cocok untuk proyek-proyek yang tersusun atas kegiatan berulang dan tidak cocok untuk proyek non-repetitif. Namun di Finlandia, LoB telah menjadi alat penjadwalan yang pokok pada perusahaan besar konstruksi sejak tahun 1980 an, di mana LoB digunakan untuk penjadwalan proyek-proyek yang spesial dan proyek konstruksi residential oleh Kankainen dan Sandvik (1993) dalam Halimi (2018) dengan menggunakan bantuan *software DYNA Project*. Keuntungan yang didapat dengan bantuan *software* ini antara lain, yaitu : meminimalkan resiko penjadwalan, menjadi cara analisis alternatif yang lebih baik, mempercepat durasi proyek, cepat dalam memeriksa kelayakan jadwal, menjadi standar pelaporan kemajuan waktu riil untuk manajemen dan memungkinkan optimasi kontrol kegiatan.

3.2.4 Teknik Perhitungan *Linear Scheduling Method*

Format dasar dari LSM/LoB adalah *Time* diplotkan pada sumbu horisontal dan unit *number* pada sumbu vertikal (Mawdesley, 1997) dalam Halimi (2018). Konsep LoB didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai (Lumsden, 1968) dalam Halimi (2018).

Menurut Nugraheni (2004) dalam Halimi (2018), dalam analisis penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* terdapat beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Logika ketergantungan.

Dalam pelaksanaannya metode ini menganalisis jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan bersamaan (*linear*) namun tidak mengganggu pekerjaan selanjutnya, dan metode ini dalam pengerjaannya terdapat pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan karena tidak terdapat hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan selanjutnya. Maka dari itu perlu dilakukan pengelompokan jenis pekerjaan berdasarkan logika ketergantungan jenis pekerjaan tersebut dan pengelompokan pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan.

2. Variabel dalam perhitungan *Linear Scheduling Method*.

Pada pembuatan jadwal dengan metode *Linear Scheduling Method* terdapat variabel yang menentukan proses penjadwalan tersebut. Beberapa variabel yang digunakan umumnya sama dan dapat ditemukan pada metode penjadwalan lainnya seperti jumlah jam kerja per hari, jumlah hari kerja, dan jumlah jam kerja per minggu. Namun pada metode ini terdapat variabel target pencapaian jumlah pekerjaan yang ditentukan perencanaan.

3. Rumus pada *Linear Scheduling Method*.

Terdapat beberapa perhitungan yang perlu ditentukan untuk membuat penjadwalan *Linear Scheduling Method* diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M).

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi} \times \text{jumlah jam kerja per hari} \quad (3.1)$$

- b. Menentukan jumlah total pekerja untuk target pekerjaan mingguan secara teoritis (N).

$$N = \frac{M \times \text{Unit target mingguan}}{\text{Jam kerja per minggu}} \quad (3.2)$$

- c. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n).
- d. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H).

e. Menentukan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A).

$$A = n \times H \quad (3.3)$$

f. Menentukan rata-rata actual kelompok kerja yang digunakan (R).

$$R = \frac{A \times \text{Jam kerja per minggu}}{M} \quad (3.4)$$

g. Menentukan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t).

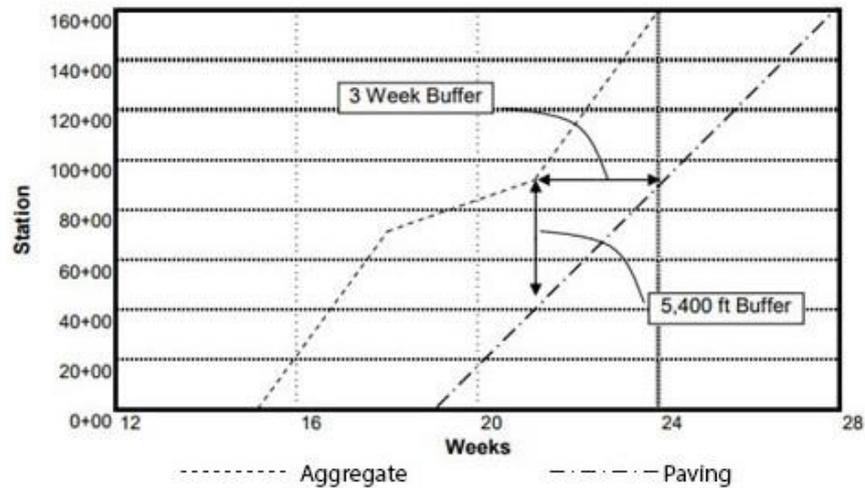
$$t = \frac{M}{n \times \text{jumlah jam kerja per hari}} \quad (3.5)$$

h. Menentukan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T).

$$T = \frac{\text{Target pekerjaan unit} - 1}{R} \times \text{Hari kerja} \quad (3.6)$$

4. Buffer

Menurut Setianto (2004), *buffer* biasanya disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kecepatan produksi yang berbeda (kegiatan yang mendahului mempunyai kecepatan produksi yang lebih lambat dari kegiatan yang mengikuti), perbaikan dan keterbatasan peralatan, keterbatasan material, serta variasi jumlah kelompok pekerja (kegiatan yang mendahului menggunakan kelompok pekerja yang lebih banyak daripada kegiatan yang mengikuti). *Buffer* berfungsi untuk mencegah terjadinya pertentangan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya karena adanya perbedaan tingkat produktivitas. Menurut Hinze (2008) dalam Halimi (2018), terdapat dua jenis *buffer* di dalam LoB, yaitu *time buffer* dan *distance/space buffer*, dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 *Buffer Time dan Buffer Distance*

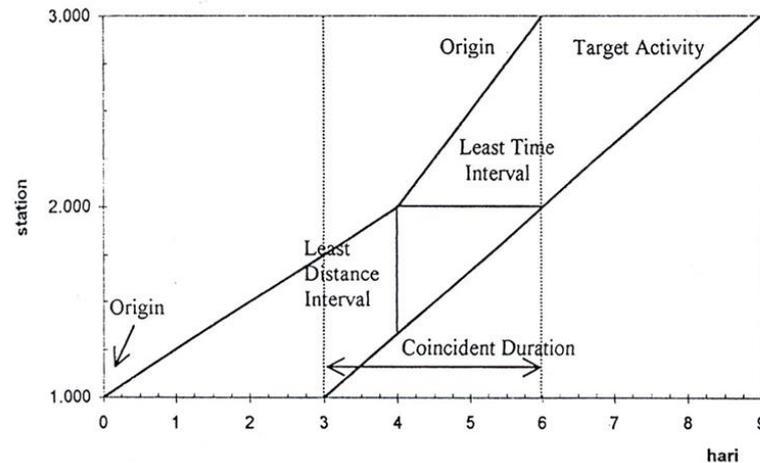
(Sumber: *Hinze, 2008*)

3.2.5 Pengendalian Jenis Pekerjaan Pada Metode *Linier Scheduling Method*

Pengendalian proyek adalah memantau dan mengkaji agar langkah-langkah kegiatan terbimbing kearah tujuan yang ditetapkan serta menjaga kesesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaan agar mengantisipasi keterlambatan penjadwalan dan pembengkakan biaya proyek. Menurut Sumarningsih (2017), adapun unsur-unsur yang harus dikendalikan dalam penggunaan metode *Linier Scheduling Method* adalah sebagai berikut.

1. *Upward Pass*

Upward Pass adalah penentuan bagian kegiatan yang berpotensi untuk dikendalikan. Hal ini dilakukan terhadap dua buah kegiatan yang saling berhubungan. Kegiatan awal disebut *origin activity* dan kegiatan berikutnya disebut *target activity*. Adapun hal yang harus ditetapkan adalah *Least Time (LT) Interval*, *Least Distance (LD) Interval* dan *Coincident Duration*, dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut.

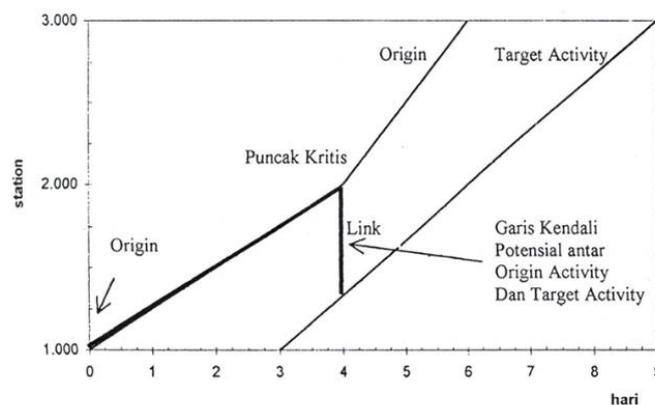


Gambar 3.2 Hubungan *Least Time (LT) Interval*, *Least Distance (LD) Interval* dan *Coincident Duration*

(Sumber: Tuti, 2018)

2. *Downward Pass*

Downward Pass adalah penentuan bagian kegiatan yang benar-benar harus dikendalikan setelah dilakukan penentuan jalur kegiatan yang berpotensi untuk dikendalikan pada tahap *Upward Pass*. Jalur kegiatan yang dikendalikan tersebut mempunyai laju produktivitas yang akan berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek. Jika jalur kegiatan tersebut mengalami penurunan laju produktivitas, maka penyelesaian proyek akan terlambat. *Downward Pass* dimulai dari titik akhir *potential controlling link* menjadi *controlling link*, dapat dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Garis Kendali Potensial

(Sumber: Tuti, 2018)

3.3 Produktivitas

Menurut Faisol (2010), definisi produktivitas adalah sebagai berikut.

1. Perbandingan antara *output* dan *input*. Inputnya adalah tenaga, kerja, alat, material, energi dan uang. Sedangkan outputnya adalah *quantity*, barang dan jasa.
2. Produksi/hasil dari suatu pekerjaan oleh satuan tenaga kerja dalam satu satuan waktu.

Secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan (*input*).

3.3.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Menurut Faisol (2010) dari penelitian yang telah dilakukan, faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja sebagai berikut.

1. Tenaga Kerja.

Untuk tenaga kerja sendiri, produktivitas dipengaruhi oleh:

- a. Pengalaman.

Seseorang atau sekelompok orang yang melakukan suatu pekerjaan yang sejenis secara berulang-ulang maka akan mengurangi jam-orang tenaga kerja untuk memproduksinya atau dengan kata lain akan meningkatkan angka produktivitas kerjanya.

- b. Pelatihan.

Pelatihan yang dimaksud adalah pekerjaan yang diberikan sebelumnya dengan tujuan meningkatkan produktivitas.

- c. Motivasi.

Salah satu fungsi manajemen adalah pengarahan (*directing*) dan menggerakkan SDM agar dapat melaksanakan apa yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan organisasi. Menurut Hayness motivasi adalah sesuatu yang ada di dalam dirinya untuk melakukan sesuatu.

- d. Umur.

Yang maksud disini, umur terlalu muda atau terlalu tua mengakibatkan produktivitas berkurang, sehingga umur yang produktif mempengaruhi produktivitas.

e. Lembur.

Kerja lembur mempunyai indikasi penurunan produktivitas karena bekerja di waktu istirahat, namun hal ini tetap dilakukan demi mengajar *schedule* proyek.

f. Kepadatan Tenaga.

Kepadatan tenaga kerja pada satu luasan tertentu jika mencapai titik jenuh (optimal) akan menurunkan angka produktivitas. Makin padat, makin sibuk, timbul gangguan pergerakan manusia dan alat, maka produktivitas akan menurun (indeks produktivitas naik).

g. Komunikasi.

Salah satu penyebab keberhasilan/kegagalan proyek/rendahnya/ tingginya produktivitas proyek atau tenaga kerja adalah memiliki/tidak memiliki system komunikasi yang baik.

2. Kondisi Fisik Lapangan.

Kondisi fisik lapangan yang baik akan berpengaruh besar terhadap peningkatan produktivitas.

3. Iklim atau Cuaca.

Pengaruh iklim/cuaca terhadap produktivitas adalah sebagai berikut.

a. Udara yang panas dengan temperatur tinggi akan mempercepat rasa lelah, sehingga produktivitas turun.

b. Begitu juga pada daerah yang dingin pada waktu salju turun, produktivitas kerja turun.

4. Peralatan.

Peralatan yang baik dan jumlah mencukupi mendukung juga untuk peningkatan produktivitas.

5. Material.

Ketersediaan material yang cukup dan sesuai spesifikasi juga mendukung untuk peningkatan produktivitas.

6. Ukuran Besar Proyek.

7. Manajemen.

Manajemen yang baik dalam pengelolaan proyek dapat meningkatkan produktivitas proyek yang sedang dilaksanakan.

3.4 Perencanaan Biaya Proyek

Biaya yang diperlukan untuk suatu proyek dapat mencapai jumlah yang sangat besar dan tertanam dalam kurun waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi biaya proyek dengan tahapan perencanaan biaya proyek sebagai berikut.

1. Tahapan pengembangan konseptual.
2. Tahapan desain konstruksi.
3. Tahapan pelelangan.
4. Tahapan pelaksanaan.

3.4.1 Modal Tetap

Menurut Soeharto (1999), modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. Modal tetap terdiri dari 2 komponen yaitu :

1. Biaya langsung (*direct cost*).

Biaya langsung merupakan biaya tetap selama proyek berlangsung seperti biaya tenaga kerja, biaya material dan biaya peralatan.

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*).

Biaya tidak langsung merupakan biaya tidak tetap yang dibutuhkan guna penyelesaian proyek seperti biaya manajemen proyek, tagihan pajak, biaya perizinan, biaya administrasi dan lain-lain.

3.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Komponen-komponen yang perlu dihitung dalam RAB suatu konstruksi bangunan rumah adalah sebagai berikut.

1. Biaya pokok yang berhubungan dengan material, upah kerja dan peralatan.
2. Biaya operasional termasuk biaya perizinan, fasilitas atau sarana.

Dalam perhitungan RAB suatu bangunan rumah, semua komponen yang diperlukan dalam pekerjaan hingga selesai harus diperhitungkan mulai dari awal pekerjaan sampai selesainya seluruh aktifitas pekerjaan. Adapun langkah-langkah menghitung RAB sebagai berikut.

1. Persiapan dan pengecekan gambar kerja.

Gambar kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam bangunan rumah yang akan dikerjakan. Dari gambar kerja tersebut akan didapatkan ukuran, bentuk, spesifikasi material yang digunakan yang nantinya akan digunakan untuk mempermudah dalam menghitung volume pekerjaan.

2. Menghitung volume pekerjaan.

Menghitung volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Adapun jumlah volume yang dihitung adalah jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Perhitungan volume pekerjaan itu sendiri berdasarkan gambar kerja yang telah diberikan.

3. Membuat harga satuan pekerjaan (HSP).

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan (HSP) yang perlu dipersiapkan adalah sebagai berikut.

- a. Indeks (koefisien) analisa pekerjaan.
- b. Harga material atau bahan sesuai satuan.
- c. Harga upah tenaga kerja per hari termasuk mandor, kepala tukang dan pekerja.

Untuk indeks atau koefisien pekerjaan dapat menggunakan koefisien resmi yang dikeluarkan pemerintah. Koefisien pekerjaan tersebut dapat dilihat pada SNI Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya (2013) yang sudah ada untuk masing-masing item pekerjaan. Dalam analisa harga satuan pekerjaan ini juga ditambahkan biaya *overhead* dan *profit* yang besarnya 15% dari jumlah biaya bahan ditambah tenaga kerja dan peralatan.

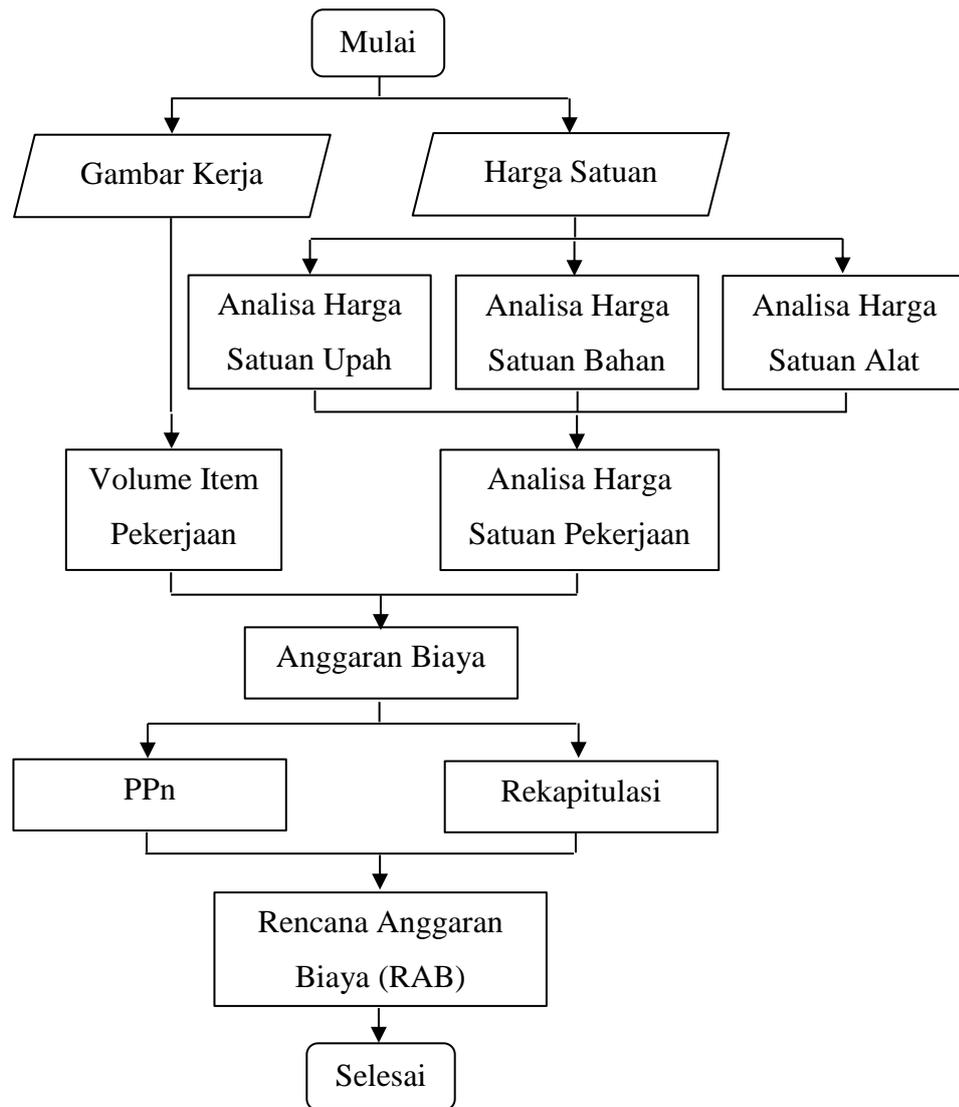
4. Perhitungan biaya tiap pekerjaan.

Setelah didapatkan volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan, maka selanjutnya adalah mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan sehingga diperoleh biaya untuk tiap pekerjaan.

5. Rekapitulasi.

Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga diperoleh total biaya pekerjaan.

Adapun skema perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Skema Perhitungan RAB

(Sumber: Faisol, 2010)

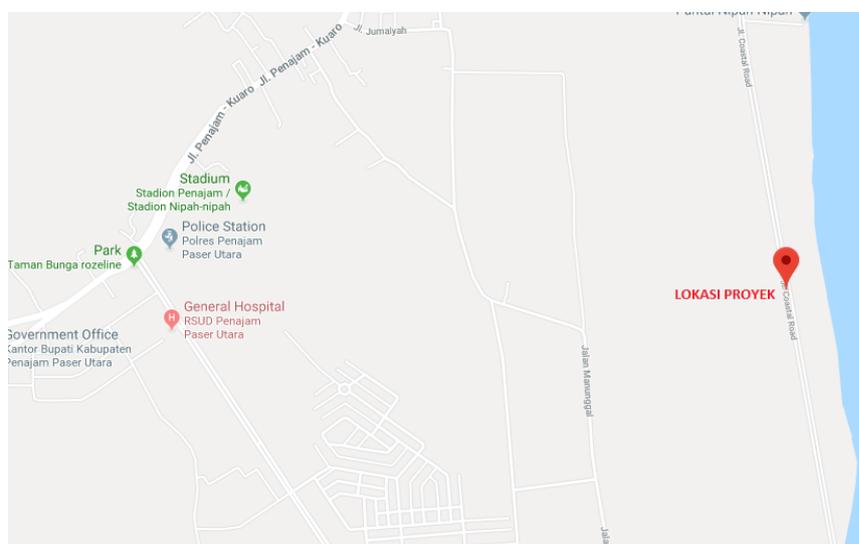
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *LSM (Linier Scheduling Methods)* dengan objek yang ditinjau adalah Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears di Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur. Metode penjadwalan linier adalah metode efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horisontal maupun vertikal. Penelitian ini digolongkan dalam penelitian deskriptif komparatif (*Comparative Descriptive Research*). Deskriptif merupakan pemaparan masalah yang ada berdasarkan data, sedangkan komparatif berarti membandingkan. Dalam hal ini adalah membandingkan dan menganalisis metode penjadwalan *existing* berupa *BarChart* dengan metode Penjadwalan Linier.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears di Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears

(Sumber: Pelaksana Proyek, 2018)

4.3 Teknik Pengumpulan Data

4.3.1 Sumber Data

Sumber data adalah subjek darimana data dapat diperoleh kemudian digunakan untuk pelaksanaan penelitian. Untuk mendapatkan sumber data perlu diketahui tentang subjek penelitian dan responden. Subjek penelitian dan responden adalah sebagai berikut.

1. Subjek penelitian adalah subjek yang dituju untuk diteliti, pusat perhatian atau sasaran peneliti. Subjek kajian ini adalah proyek konstruksi.
2. Responden adalah orang yang diminta memberikan keterangan tentang suatu fakta atau pendapat. Keterangan tersebut dapat disampaikan dalam bentuk tulisan yaitu ketika mengisi kuesioner atau ketika menjawab wawancara. Pihak yang akan menjadi responden yaitu Bagian Pelaksanaan seperti berikut.
 - a. Pimpinan Proyek (*Project Manager*).
 - b. *Site Engineer*.
 - c. *Site Operation*.

4.3.2 Data Primer

Pengumpulan data pada tahapan penelitian ini menggunakan metode wawancara dengan cara *interview* via telepon kepada pihak terkait Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears. Pertanyaan ini disusun sebagai alat untuk mengumpulkan data penelitian dalam rangka penyusunan penelitian yang akan dilakukan. Dalam pertanyaan ini diberikan beberapa pertanyaan menyangkut factor-faktor yang berpengaruh terhadap kebutuhan data penelitian. Adapun rancangan pertanyaan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut.

- b. Berapa jumlah pekerja dalam setiap jenis pekerjaan ?
- c. Berapa durasi jam kerja dalam 1 hari ?
- d. Berapa jumlah hari kerja dalam 1 minggu ?
- e. Apa kendala yang biasanya terjadi dalam proses pengerjaan dilapangan, sehingga menyebabkan jenis pekerjaan tersebut tertunda dalam pengerjaannya ?
- f. Berapa durasi penundaan pada jenis pekerjaan tersebut ?

4.3.3 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder pada tahapan penelitian ini juga menggunakan metode wawancara dengan cara *interview* via telepon kepada pihak terkait proyek. Adapun data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut.

1. Jadwal proyek *existing* berupa kurva S.
2. Gambar Kerja.
3. Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek.
4. Produktivitas pekerja, durasi pekerjaan, jumlah hari kerja, urutan pekerjaan dan hubungan keterkaitan antar aktifitas pekerjaan.

4.4 Pengolahan Data Menggunakan Metode LSM

Pengolahan dan analisis data metode penjadwalan *LSM* menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2016* untuk menghitung ulang kembali waktu pengerjaan proyek (*rescheduling*) dan membuat grafik linier dari kelompok jenis pekerjaan yang bersifat linier. Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode *LSM* sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi aktivitas (*activity*) yang bersifat sama dan berulang.
2. Menentukan urutan kegiatan dan logika ketergantungan.
3. Pembagian kelompok per pekerjaan.
4. Menghitung jumlah jam kerja efektif.
5. Menghitung rencana waktu pengerjaan.
6. Menghitung jam kerja per kelompok pekerjaan.
7. Penentuan jumlah kelompok kerja.
8. Penentuan waktu mulai masing-masing pekerjaan per unit dan unit terakhir.
9. Menentukan *buffer time* berdasarkan logika pengalaman.
10. Pembuatan jadwal *LSM*.
11. Penggambaran diagram penjadwalan.

4.5 Tahapan Penjadwalan Menggunakan Metode LSM

Bagian ini membahas tentang pembuatan jadwal menggunakan metode *LSM* (*Liner Scheduling Method*). Beberapa variabel yang digunakan umumnya sama dan dapat ditemukan pada metode penjadwalan lainnya. Namun pada metode ini

terdapat variabel target pencapaian jumlah pekerjaan yang ditentukan perencana. Adapun variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan jumlah jam kerja per hari.
2. Menentukan durasi pekerjaan per minggu.
3. Menentukan jumlah jam kerja per minggu.
4. Menentukan total target pekerjaan unit.
5. Menentukan target pekerjaan unit per minggu.
6. Menentukan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit dengan target mingguan (M).
7. Menentukan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan secara teoritis (N).
8. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n).
9. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H).
10. Menentukan jumlah kelompok kerja yang di butuhkan dalam satu kelompok (A).
11. Menentukan rata-rata aktual kelompok kerja yang digunakan (R).
12. Menentukan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t).
13. Menentukan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T).
14. Menentukan komponen dari hubungan logika antara dua pekerjaan (*Buffer Time*) (B).

4.6 Pengendalian Proyek Pada Metode LSM

Bagian ini membahas cara pengendalian tiap jenis pekerjaan pada metode LSM. Pengendalian tiap jenis pekerjaan dilakukan pada lokasi dan waktu tertentu berdasarkan *Least Time* dan *Least Distance* yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jalur kritis pada tiap jenis pekerjaan tersebut dengan cara menarik garis pada diagram LSM terhadap waktu dan lokasi terpendek antar jenis pekerjaan.

4.7 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Bagian ini membahas tahapan atau tata cara perhitungan rencana anggaran biaya (RAB). Adapun tahapan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut.

1. Persiapan dan pengecekan gambar kerja.
2. Menghitung volume pekerjaan.
3. Membuat harga satuan pekerjaan (HSP).
4. Menghitung biaya tiap pekerjaan.
5. Rekapitulasi.

4.8 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data sekunder.

Data sekunder, dikumpulkan berdasarkan data yang telah ada atau dari orang lain yang telah dikumpulkan. Data sekunder pada penelitian ini berupa *time schedule* proyek, rencana anggaran biaya (RAB), produktivitas pekerjaan, durasi pekerjaan dan jumlah pekerjaan dalam jenis pekerjaan.

2. Penyusunan jadwal ulang menggunakan metode LSM.

Penyusunan ini berdasarkan durasi tiap item pekerjaan, kegiatan pekerjaan yang saling berkaitan dan kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya (*predecessors*).

3. Pengendalian jenis pekerjaan pada metode LSM.
4. Menghitung ulang RAB pekerjaan yang akan dilakukan menggunakan metode LSM.
5. Perhitungan harga satuan pekerjaan.

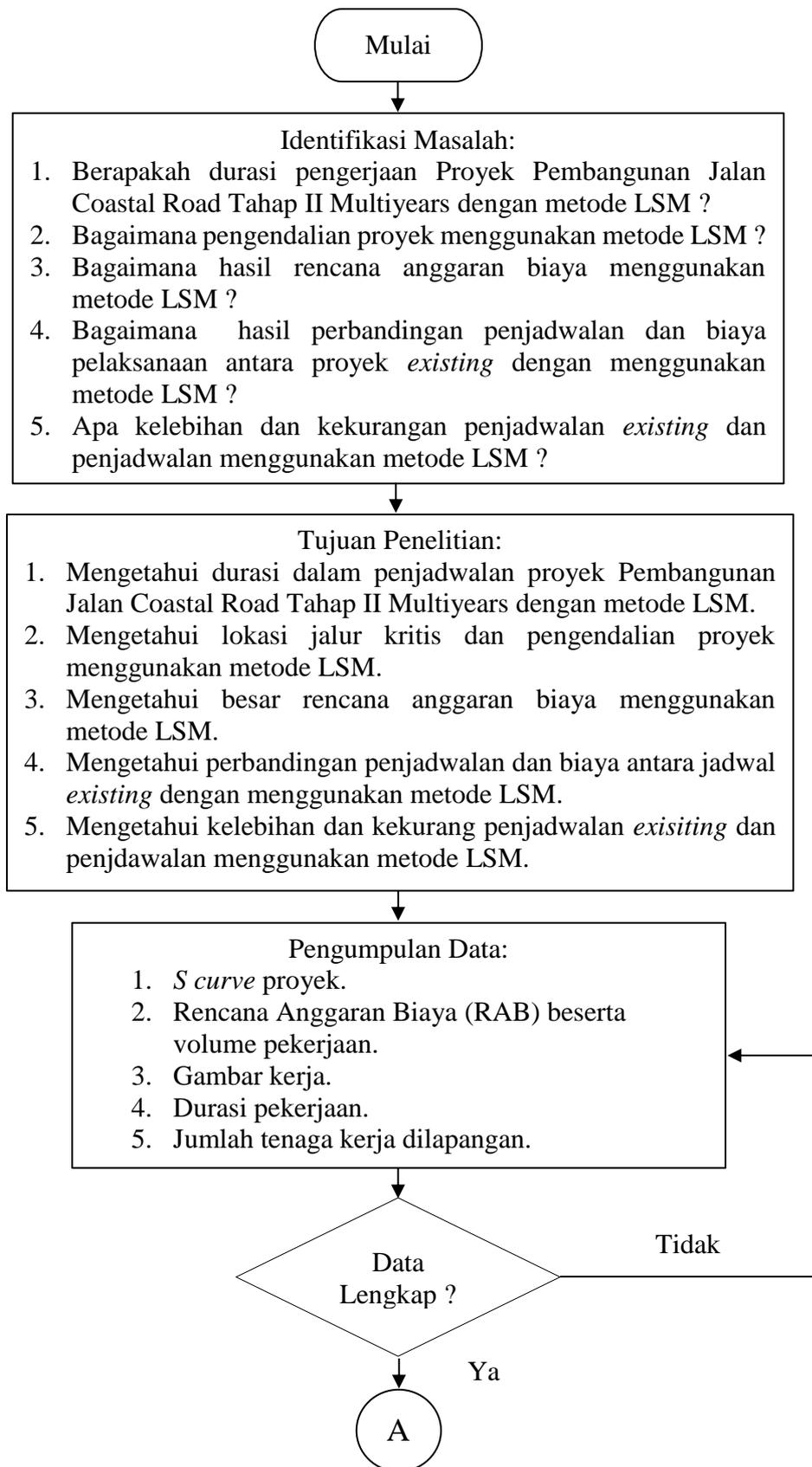
Adapun tahapan perhitungan biaya anggaran proyek tersebut adalah menghitung harga satuan pekerjaan (HSP) tiap pekerjaan dan merekapitulasi.

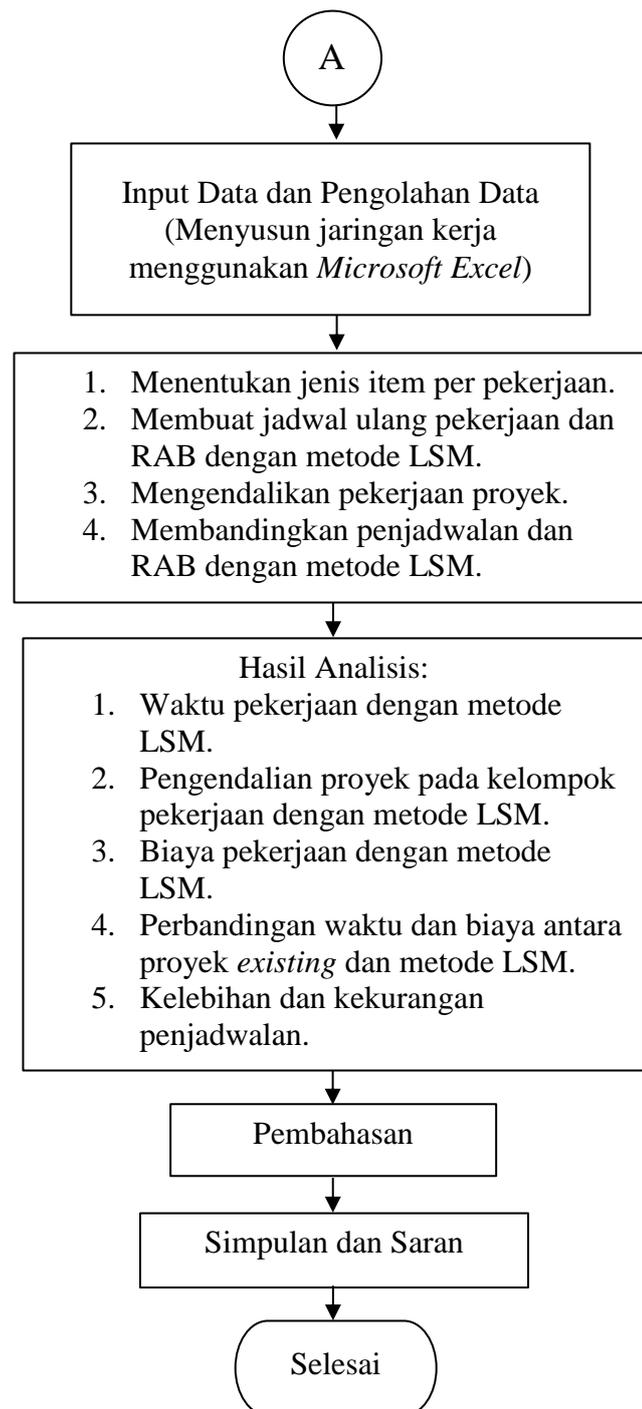
6. Menganalisa perbandingan penjadwalan *existing* berupa *BarChart* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM.
7. Menganalisa pengendalian tiap kelompok pekerjaan yang dilakukan.

8. Menganalisa perbandingan biaya proyek *existing* berupa *BarChart* dengan biaya proyek menggunakan metode LSM.
9. Menganalisa kelebihan dan kekurangan antara penjadwalan *existing* dan penjadwalan menggunakan metode LSM.
10. Menarik kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang dihasilkan dari metode yang digunakan.

4.9 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 4.2 sebagai berikut.





Gambar 4.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

4.10 Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan berguna agar terjadwalnya semua proses kegiatan yang dilakukan. Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Mei 2018. Jadwal kegiatan proses pembuatan Tugas Akhir secara umum dapat dilihat pada Lampiran.

1. Panjang jalan	= 100 m
2. Lebar jalan	= 24 m
3. Tinggi jalan yang akan dicor	= 0,3 m
4. Volume beton dalam 100 meter	= 720 m ³
5. Isi truck molen (asumsi)	= 5 m ³
6. Waktu pengerjaan truck molen (asumsi)	= 0,5 jam
7. Jumlah jam bekerja 1 hari	= 8 jam
8. Jumlah truck molen 1 hari kerja	= 16 buah
9. Kebutuhan truck molen	= 144 buah
10. Durasi yang dibutuhkan	= 9 hari

Berdasarkan perhitungan di atas, untuk durasi pekerjaan dapat dipakai sebagai acuan. Dimana pada dasarnya durasi yang dipakai diambil sesuai yang terjadi di lapangan. Data waktu penundaan juga diambil berdasarkan yang terjadi di lapangan. Adapun yang mempengaruhi penundaan jenis pekerjaan tersebut dikarenakan beberapa faktor di lapangan seperti kedatangan material tidak sesuai jadwal, hujan yang tak menentu dan sebagainya sehingga pekerjaan tersebut tidak bisa dilaksanakan. Adapun data hasil dari wawancara yang dilakukan dengan pelaksana proyek dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Data Jumlah Pekerja, Durasi Pekerjaan Dan *Buffer Time*

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan (hari)	<i>Buffer Time</i> (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	3	3	0
2	Persiapan Badan Jalan	4	2	3
3	Pek. Galian Tanah Menggunakan Excavator	3	2	7
4	Pek. Galian Drainase Menggunakan Excavator	3	2	7
5	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	5	3	1
6	Pekerjaan Timbunan Tanah	7	4	5
7	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	5	3	1
8	Pasangan Batu Dengan Mortar	5	5	5
9	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	5	3	3

Tabel 5.1 Data Jumlah Pekerja, Durasi Pekerjaan Dan *Buffer Time*

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan (hari)	<i>Buffer Time</i> (hari)
10	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	3	4	3
11	Pekerjaan Urugan Pasir	3	2	3
12	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	5	3	3
13	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-250	5	3	3
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	3	3	5
15	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	5	3	3
16	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	5	4	3
17	Pekerjaan Beton Mutu K-300	5	9	3
18	Pekerjaan Kerb Pracetak	5	3	0
19	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Median	5	3	0
20	Dmobilisasi	1	1	0

(Sumber: Data Lapangan, 2018)

5.2 Analisis Data Menggunakan *Linier Scheduling Method* (LSM)

Pembuatan jadwal atau *scheduling* dalam proyek ini menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan dilakukan secara terus menerus dan berurutan (*successor*). Disamping itu, rangkaian kegiatan pada LSM juga tidak boleh saling berpotongan atau saling mendahului (*predecessor*).

Penelitian ini akan merencanakan pembangunan proyek jalan sepanjang 1.400 meter, pembagian per segmen dengan jarak 100 meter mulai segmen 1 hingga segmen 14. Pembagian segmen berdasarkan pada bentuk pekerjaan yang tipikal untuk setiap segmennya.

5.2.1 Logika Ketergantungan

Pada proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears ini, terdapat pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan karena tidak adanya hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan yang bersifat *linier*, sehingga dapat dikerjakan sekaligus dan membentuk kelompok kerja sendiri yang sangat

berpengaruh pada pekerjaan selanjutnya. Adapun logika penggabungan item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Logika Penggabungan Item Pekerjaan

No	Jenis pekerjaan	<i>Predecessor</i>	<i>Successor</i>	Kelompok Kerja
1	Pekerjaan Persiapan	-	Pekerjaan Galian Tanah	1
a	Persiapan Badan Jalan			
2	Pekerjaan Galian Tanah	Pekerjaan Persiapan	Pekerjaan Timbunan Tanah	2
a	Pek. Galian Tanah Menggunakan Excavator			
b	Pek. Galian Drainase Menggunakan Excavator			
c	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil			
3	Pekerjaan Timbunan Tanah	Pekerjaan Galian Tanah	Pekerjaan Drainase	3
a	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil			
4	Pekerjaan Drainase	Pekerjaan Timbunan Tanah	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	4
a	Pasangan Batu Dengan Mortar			
b	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase			
c	Pekerjaan Pondasi Cerucuk			
d	Pekerjaan Urugan Pasir			
e	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175			
f	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-250			
5	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	Pekerjaan Drainase	Pekerjaan Struktur	5
a	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			
b	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>			
6	Pekerjaan Struktur	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	Finishing	6
a	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos			

Lanjutan Tabel 5.2 Logika Penggabungan Item Pekerjaan

No	Jenis pekerjaan	<i>Predecessor</i>	<i>Successor</i>	Kelompok Kerja
b	Pekerjaan Beton Mutu K-300			6
7	<i>Finishing</i>	Pekerjaan Struktur	-	7
a	Pekerjaan Kerb Pracetak			
b	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Median			
c	Dmobilisasi			

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.2.2 Daftar Kelompok Pekerjaan

Item pekerjaan dan durasi didapatkan berdasarkan pengolahan data yang diperoleh dari logika ketergantungan. Adapun rekapitulasi jenis pekerjaan dan durasi pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Kelompok Pekerjaan dan Durasi Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Durasi Pekerjaan (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	5
2	Pekerjaan Galian Tanah	7
3	Pekerjaan Timbunan Tanah	6
4	Pekerjaan Drainase	20
5	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	6
6	Pekerjaan Struktur	13
7	<i>Finishing</i>	7

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.2.3 Pembuatan Jadwal Dengan Metode LSM

Pada pembuatan jadwal dengan menggunakan metode LSM terdapat beberapa tahapan yang harus dihitung. Adapun data yang didapat sebagai berikut.

1. Panjang jalan = 1,4 kilometer
2. 1 segmen = 100 meter
3. Jumlah jam kerja per hari = 8 jam
4. Hari kerja = 7 hari (*full day*)

5. Jumlah jam kerja per minggu = 56 jam
6. Target pekerjaan unit = 14 segmen
7. Target pekerjaan unit per minggu = 1 segmen

Berdasarkan dari data di atas maka perlu dilakukan perhitungan, diambil salah contoh pada pekerjaan persiapan sebagai berikut.

1. Perhitungan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M=jam per unit target mingguan).

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{jam kerja per hari}$$

$$M = 3 \times 3 \times 8 = 72 \text{ jam}$$

2. Perhitungan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis) (N=orang).

$$N = \frac{M \times \text{Unit target mingguan}}{\text{Jam kerja per minggu}}$$

$$N = \frac{72 \times 1}{56} = 1,3 \text{ orang}$$

3. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n = orang per kelompok).

Estimasi ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan.

$$n = 5 \text{ orang (ditentukan)}$$

4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H).

H ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan.

$$H = 1 \text{ kelompok (ditentukan)}$$

5. Perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A).

$$A = n \times H$$

$$A = 5 \times 1 = 5 \text{ orang}$$

6. Perhitungan rata-rata aktual kelompok kerja yang digunakan (R).

$$R = \frac{A \times \text{Jam kerja per minggu}}{M}$$

$$R = \frac{5 \times 56}{72} = 3,89 \text{ orang}$$

7. Perhitungan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t).

$$t = \frac{M}{n \times \text{jumlah jam kerja per hari}}$$

$$t = \frac{72}{5 \times 8} = 1,8 \text{ hari}$$

8. Perhitungan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T).

$$T = \frac{\text{Target pekerjaan unit} - 1}{R} \times \text{Hari kerja}$$

$$T = \frac{14 - 1}{3.89} \times 7 = 23,4 \text{ hari}$$

9. Menentukan *Buffer Time* (B).

B ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan.

$$B = 0 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka perlu dilakukan perhitungan kembali untuk semua item pekerjaan. Mulai dari tahap awal pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan hingga ke tahap akhir pekerjaan yaitu dmobilisasi. Adapun tabel hasil rekapitulasi pembuatan jadwal menggunakan LSM dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Penjadwalan LSM

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja	Durasi Pekerjaan	M	N	n	H	A	R	t	T	B
		(orang)	(hari)	(jam)	(orang)	(orang)	(kelompok)	(orang)	(orang)	(hari)	(hari)	(hari)
1	Pekerjaan Persiapan	3	3	72	1,3	5	1	5	3,89	1.8	23,4	0
2	Persiapan Badan Jalan	4	2	64	1,1	5	1	5	4,38	2	20,8	3
3	Pek. Galian Tanah Menggunakan Excavator	3	2	48	0,9	4	1	4	4,67	2	19,5	7
4	Pek. Galian Drainase Menggunakan Excavator	3	2	48	0,9	4	1	4	4,67	2	19,5	7
5	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	5	3	120	2,1	4	2	8	3,73	4	24,4	1
6	Pekerjaan Timbunan Tanah	5	4	160	2,9	5	1	5	1,75	4	52	5
7	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	5	3	120	2,1	5	1	5	2,33	3	39	1
8	Pasangan Batu Dengan Mortar	5	5	200	3,6	5	2	10	2,80	5	32,5	5
9	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	5	3	120	2,1	5	1	5	2,33	3	39	3
10	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	3	4	96	1,7	5	1	5	2,92	2	31,2	3
11	Pekerjaan Urugan Pasir	3	2	48	0,9	5	1	5	3,50	2	26	3
12	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	5	3	120	2,1	5	2	10	4,67	3	19,5	3
13	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-250	5	3	120	2,1	5	2	10	4,67	3	19,5	3
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	3	3	72	1,3	5	1	5	2,33	3	39	5

Lanjutan Tabel 5.4 Rekapitulasi Penjadwalan LSM

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja	Durasi Pekerjaan	M	N	N	H	A	R	t	T	B
		(orang)	(hari)	(jam)	(orang)	(orang)	(kelompok)	(orang)	(kelompok)	(hari)	(hari)	(hari)
15	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	5	3	120	2,1	5	1	5	2,33	3	39	3
16	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	5	4	160	2,9	5	2	10	3,50	4	26	3
17	Pekerjaan Beton Mutu K-300	5	9	360	6,4	5	4	20	3,11	9	29,3	3
18	Pekerjaan Kerb Pracetak	5	3	120	2,1	5	1	5	2,33	3	39	0
19	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Median	5	3	120	2,1	5	1	5	2,33	3	39	0
20	Dmobilisasi	1	1	8	0,1	1	1	1	7,00	1	13	0

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Setelah mendapatkan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 segmen, maka perlu dianalisa kembali untuk memulai segmen terakhir dengan cara menambahkan jumlah hari penundaan pada item pekerjaan tersebut. Maka dibutuhkan perhitungan untuk membuat grafik LSM melalui logika penambahan jumlah hari dari setiap kegiatan ke kegiatan lainya yang bersifat *successor* dan *predecessor*. Adapun perhitungan penambahan jumlah hari dari setiap kegiatan ke kegiatan lainnya diambil contoh pada pekerjaan persiapan sebagai berikut.

1. Pekerjaan Persiapan

Diketahui :

$$t = 1,8 \text{ hari}$$

$$T = 23,4 \text{ hari}$$

$$B = 3 \text{ hari}$$

Segmen 1 = Di mulai pada hari pertama.

$$\begin{aligned} \text{Segmen 14} &= T + B + t \\ &= 23,4 + 3 + 1,8 \\ &= 28 \text{ hari (pembulatan)} \end{aligned}$$

2. Persiapan Badan Jalan

Diketahui :

$$t = 2 \text{ hari}$$

$$T = 26 \text{ hari}$$

$$B = 3 \text{ hari}$$

Segmen 1 = Segmen 14 - T

$$\begin{aligned} &= 28 - 20,8 \\ &= 7 \text{ hari (pembulatan)} \end{aligned}$$

Jadi, segmen 1 pekerjaan persiapan badan jalan dikerjakan pada hari ke 7.

$$\begin{aligned} \text{Segmen 14} &= T + \text{Segmen 1} \\ &= 20,8 + 7 \\ &= 28 \text{ hari (pembulatan)} \end{aligned}$$

Jadi, segmen 14 untuk pekerjaan persiapan dan pekerjaan persiapan badan jalan dikerjakan pada hari ke 28. Dikarenakan pekerjaan tersebut berada dalam satu

kelompok pekerjaan, sehingga pekerjaan tersebut dapat dilakukan secara bersamaan dan berakhir pada hari yang sama.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka perlu dilakukan perhitungan kembali tiap jenis pekerjaan menjadi satu kelompok pekerjaan. Adapun tabel hasil rekapitulasi perhitungan mulainya pekerjaan segmen 1 hingga segmen 14 dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Perhitungan Memulai Pekerjaan Segmen 1 Hingga Segmen 14

No	Jenis Pekerjaan	T	T	B	Start Day Segmen 1	Start Day Segmen 14	Keterangan	Kelompok Pekerjaan
		(hari)	(hari)	(hari)	(hari ke)	(hari ke)		
1	Pekerjaan Persiapan	1.8	23,4	0	0	28	Pekerjaan 1 Diikuti Pekerjaan 2	1
2	Persiapan Badan Jalan	2	20,8	3	7	28		
3	Pek. Galian Tanah Menggunakan Excavator	2	19,5	7	16	44	Pekerjaan 3 Diikuti Pekerjaan 4,5	2
4	Pek. Galian Drainase Menggunakan Excavator	2	19,5	7	24	44		
5	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	4	24,4	1	20	44		
6	Pekerjaan Timbunan Tanah	4	52	5	33	94	Pekerjaan 6 Diikuti Pekerjaan 7	3
7	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	3	39	1	55	94		
8	Pasangan Batu Dengan Mortar	5	32,5	5	65	108	Pekerjaan 8 Diikuti Pekerjaan 9,10,11,12,13	4
9	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	3	39	3	69	108		
10	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	2	31,2	3	77	108		
11	Pekerjaan Urugan Pasir	2	26	3	82	108		
12	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	3	19,5	3	88	108		
13	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-250	3	19,5	3	88	108	Pekerjaan 14 Diikuti Pekerjaan 15	5
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	3	39	5	96	143		
15	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	3	39	3	104	143	Pekerjaan 16 Diikuti Pekerjaan 17	6
16	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	4	26	3	111	144		
17	Pekerjaan Beton Mutu K-300	9	29,3	3	115	144	Pekerjaan 18 Diikuti Pekerjaan 19,20	7
18	Pekerjaan Kerb Pracetak	3	39	0	118	160		
19	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Median	3	39	0	121	160		
20	Dmobilisasi	1	13	0	147	160		

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.3 Diagram *Linier Scheduling Method*

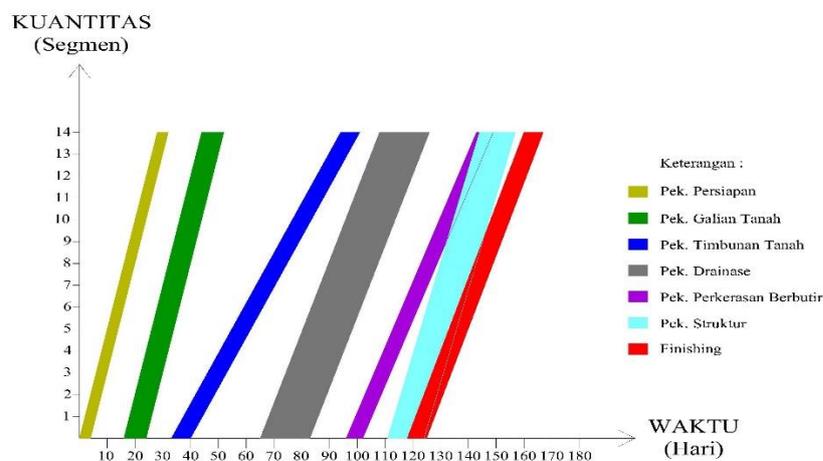
Berdasarkan perhitungan memulainya pekerjaan segmen 1 hingga segmen 14, maka langkah selanjutnya untuk membuat diagram LSM yaitu dengan rekapitulasi data hari memulai pekerjaan dan durasi yang sesuai dengan urutan kelompok kerja. Adapun rekapitulasi mulai pekerjaan persegmen dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Mulai Pekerjaan Persegmen

Kelompok Pekerjaan	Durasi Jenis Pekerjaan Persegmen	<i>Start</i> Segmen Ke 1	<i>Start</i> Segmen Ke 14	Finish
	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)
1	4	0	28	32
2	8	16	44	52
3	7	33	94	101
4	18	65	108	126
5	6	96	143	149
6	13	111	144	157
7	7	118	160	167

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Dari tabel 5.6 maka dapat digambarkan diagram LSM yang berupa keterangan kuantitas (segmen) pada sumbu vertikal dan keterangan waktu (hari) pada sumbu horizontal. Untuk ketebalan diagram pada grafik menunjukkan durasi jenis pekerjaan persegmen. Adapun gambar diagram LSM dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Diagram LSM

(Sumber : Analisis Data, 2018)

Pada diagram LSM tersebut terdapat perbedaan lebar diagram yang menjelaskan durasi pengerjaan jenis pekerjaan tersebut, semakin lebar diagram maka durasi pengerjaan relatif lebih lama sesuai pada gambar 5.2 tersebut. Pada diagram tersebut juga dapat dilihat ketinggian yang sama pada diagram yang menandakan jumlah kuantitas yang sama setiap jenis pekerjaan.

5.4 Percepatan Pada Metode LSM

Berdasarkan gambar 5.1 di atas, diperkirakan waktu penyelesaian untuk Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears sepanjang 1.4 kilometer akan selesai dalam waktu 167 hari. Namun harus dilakukan percepatan karena pada grafik terdapat jeda waktu dan perpotongan garis diagram pada jenis pekerjaan sebelumnya ke jenis pekerjaan setelahnya, dimana pada dasarnya pekerjaan setelahnya tidak mengganggu pekerjaan sebelumnya sehingga tidak terdapatnya situasi *successor* dan *predecessor*.

Untuk dapat mengetahui durasi percepatan, maka perlu dilakukan *trial* percepatan pada mulainya pekerjaan antar segmen. Adapun dari pengamatan pada diagram yang terdapat jeda waktu dan perpotongan antar jenis pekerjaan adalah sebagai berikut.

1. Terdapat jeda waktu antara pekerjaan persiapan dengan pekerjaan galian tanah.
2. Terdapat jeda waktu antara pekerjaan galian tanah dengan pekerjaan timbunan tanah.
3. Terdapat jeda waktu antara pekerjaan timbunan tanah dengan pekerjaan drainase.
4. Terdapat jeda waktu pekerjaan drainase dengan pekerjaan perkerasan berbutir.
5. Pada diagram pekerjaan perkerasan berbutir terdapat saling memotong dengan pekerjaan struktur.
6. Pada diagram pekerjaan struktur terdapat saling memotong dengan pekerjaan *finishing*.

Dari hasil pengamatan diagram diatas maka dapat dilakukan trial percepatan pada diagram yang mengalami jeda waktu antar jenis pekerjaan tersebut.

5.4.1 *Trial* Percepatan Pada Metode LSM

Setelah mengetahui terjadinya jeda waktu antar diagram-diagram tersebut yang merupakan *predecessor* dan *successor* nya, maka perlu dilakukan *trial* percepatan untuk memulai pekerjaan pada diagram tersebut.

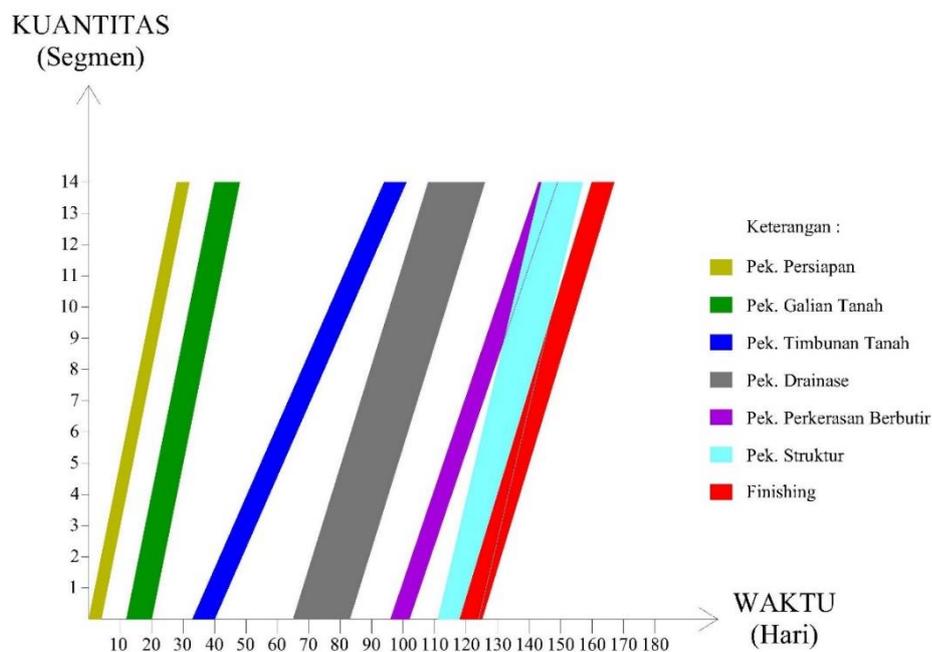
Dalam menentukan waktu *trial* percepatan, perlu di perhatikan kembali lebar diagram. Karena dengan melihat lebar diagram tersebut, dapat ditentukan perkiraan waktu percepatan yang tepat sehingga memudahkan dalam menentukan angka kisaran percobaan percepatan yang dilakukan. Adapun *trial* percepatan pada metode LSM adalah sebagai berikut.

1. *Trial* percepatan pada diagram pekerjaan galian tanah.

Pada pekerjaan galian tanah yang masih terjadi jeda waktu antar jenis pekerjaan dimana pekerjaan galian tanah dimulai pada hari ke 16. Setelah pengamatan dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa *trial* percepatan yang dilakukan.

a. Percepatan selama 4 hari.

Percepatan dilakukan selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.3 sebagai berikut.



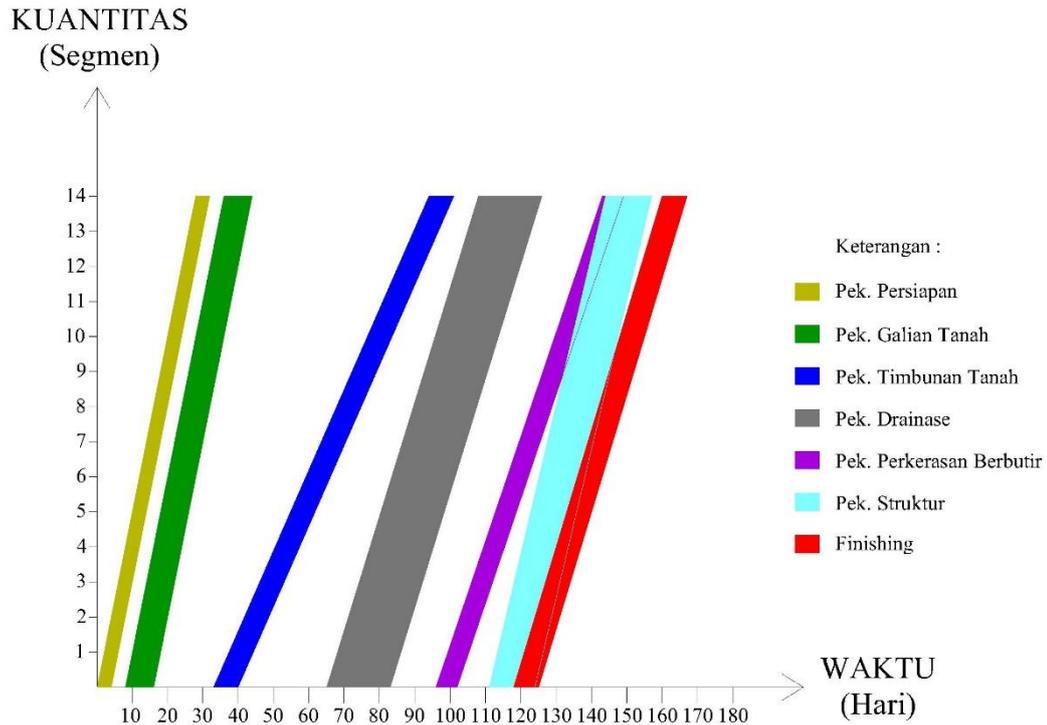
Gambar 5.3 *Trial* Percepatan Selama 4 Hari Pertama

(Sumber : Analisis Data, 2018)

Dari gambar 5.3 diketahui masih terjadi jeda waktu antar diagram sehingga *trial* percepatan harus dilakukan kembali.

b. Percepatan selama 4 hari.

Percepatan dilakukan lagi selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.4 berikut ini.

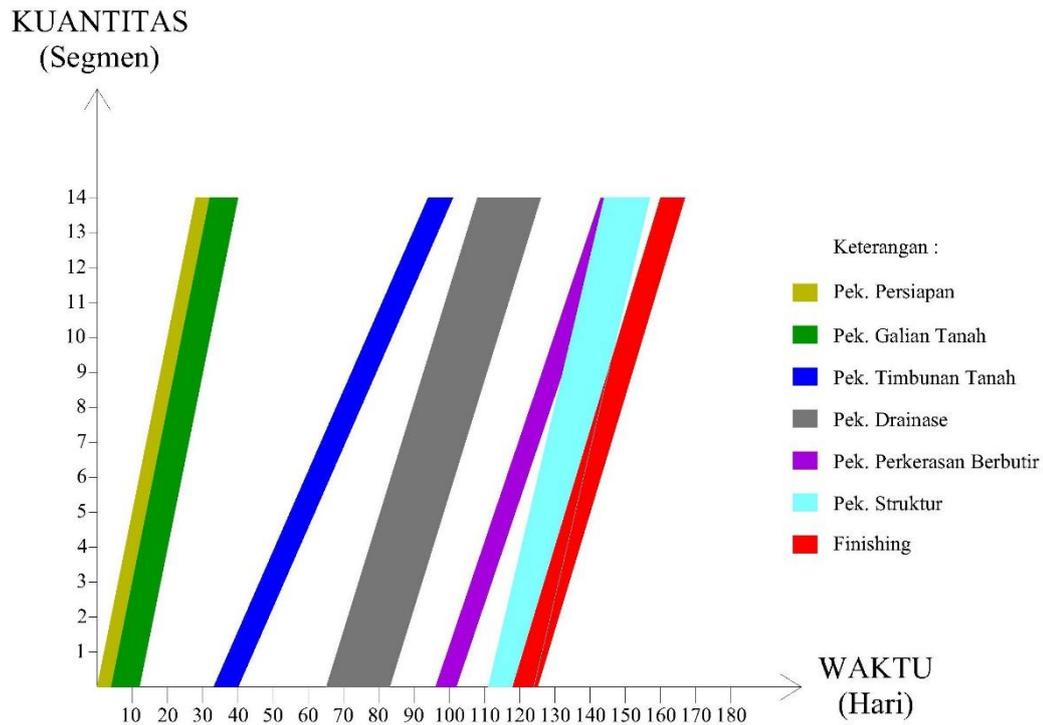


Gambar 5.4 Trial Percepatan Selama 4 Hari Kedua

(Sumber : Analisis Data, 2018)

c. Percepatan selama 4 hari.

Percepatan dilakukan lagi selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Trial Percepatan Selama 4 Hari Ketiga

(Sumber : Analisis Data, 2018)

Dari gambar 5.5 diketahui proses *trial* berhasil sehingga tidak terjadi jeda waktu antar diagram. Jadi, pekerjaan galian tanah dapat dilakukan setelah pekerjaan persiapan tanpa adanya jeda waktu tunggu. Adapun gambar untuk proses *trial* pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

5.4.2 Rekapitulasi *Trial* Percepatan Pada Metode LSM

Dari *trial* percepatan yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan pada semua jenis pekerjaan. Dimana pada jenis pekerjaan sebelum dan setelahnya tidak terjadi lagi jeda waktu antar jenis pekerjaan. Adapun rekapitulasi hasil dari semua *trial* yang telah dilakukan berdasarkan situasi yang tidak mengganggu *successor* dan *predecessor* jenis pekerjaan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil *Trial* Percepatan Pada Metode LSM

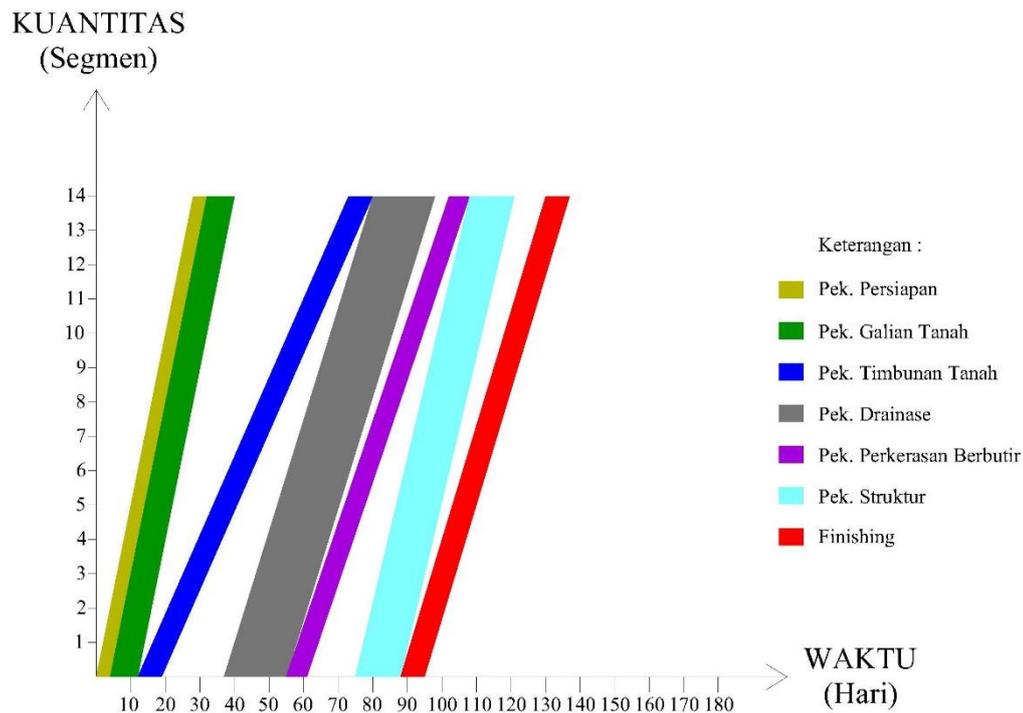
Keterangan		LSM Awal				LSM Setelah Percepatan			
Kelompok Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Durasi Pekerjaan Persegmen	Start Segmen ke 1	Start Segmen ke 14	Finish	Percepatan Kumulatif	Start Segmen ke 1	Start Segmen ke 14	Finish
		(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)
1	Pekerjaan Persiapan	4	0	28	32	0	0	28	32
2	Pekerjaan Galian Tanah	8	16	44	52	12	4	32	40
3	Pekerjaan Timbunan Tanah	7	33	94	101	21	12	73	80
4	Pekerjaan Drainase	18	65	108	126	28	37	80	98
5	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	6	96	143	149	41	55	102	108
6	Pekerjaan Struktur	13	111	144	157	36	75	108	121
7	Finishing	7	118	160	167	30	88	130	137

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan rekapitulasi percepatan pada tabel 5.8 mulai terjadi percepatan pada pekerjaan ke 2 yaitu pekerjaan galian tanah selama 12 hari. Dalam analisis pengamatan bentuk diagram, apabila durasi *predecessor* lebih kecil dari pada *successor* maka akan terjadi jeda waktu jenis pekerjaan pada gambar diagram pada kuantitas segmen selanjutnya oleh karena itu mulai dilakukan percepatan pada pekerjaan galian tanah dan pekerjaan selanjutnya.

Dalam tabel rekapitulasi diatas dapat dilihat percepatan dengan durasi yang sangat besar atau mencolok yaitu percepatan yang terjadi pada pekerjaan timbunan tanah, pekerjaan drainase, pekerjaan perkerasan berbutir, pekerjaan struktur dan *finishing*. Dalam hal ini penyebabnya adalah perbedaan jeda durasi waktu pengerjaan yang cukup signifikan antara *predecessor* dari pekerjaan galian tanah ke *successor* pekerjaan timbunan tanah yang memangkas waktu pengerjaan selama 21 hari sedangkan durasi pekerjaan timbunan tanah hanya memerlukan waktu 7 hari. Dalam pembacaan gambar pada diagram, sangat jelas perbedaan ukuran jeda waktu antar diagram karena perbedaan durasi yang signifikan, maka dari itu perlu dilakukan percepatan yang cukup besar nilainya sehingga tidak terjadi pekerjaan *successor* menunggu pekerjaan *predecessor* nya.

Berdasarkan rekapitulasi percepatan *trial* berhasil pada tabel 5.8 didapat waktu penyelesaian proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears secara keseluruhan menjadi 137 hari. Adapun diagram LSM setelah mengalami percepatan dapat dilihat pada gambar 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5.6 Diagram LSM Setelah Percepatan

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Dari diagram LSM yang sudah mengalami percepatan pada gambar 5.5 diatas, tampak durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan menjadi 137 hari. Dimana pada diagram itu juga menunjukkan *successor* dan *predecessor* bekerja secara berurutan tanpa mengalami jeda waktu antar jenis pekerjaan.

5.5 Pengendalian Proyek Pada Metode LSM

Berdasarkan diagram *Linier Scheduling Method*, tingkat produktivitas ditunjukkan dengan tingkat kelandaian pada garis diagram tersebut. Sehingga dapat menentukan jenis pekerjaan yang berpotensi dikendalikan. Pengendalian dilakukan terhadap dua buah jenis pekerjaan yang saling berhubungan. Adapun unsur-unsur yang harus ditetapkan berdasarkan yang terjadi di lapangan adalah sebagai berikut.

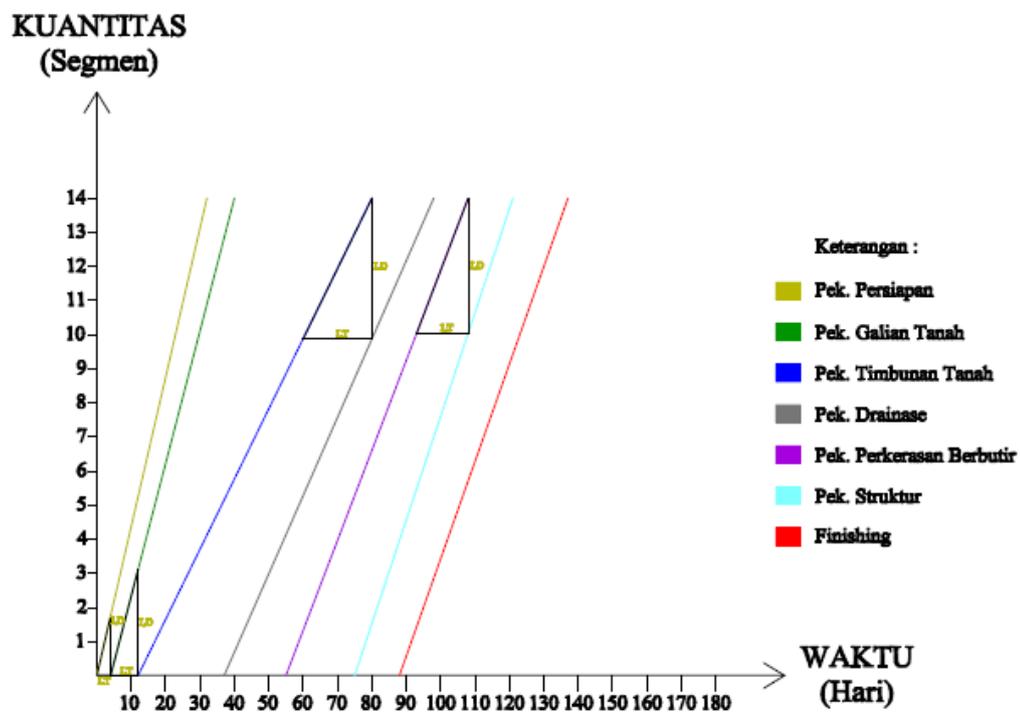
1. *Least Time*.

Waktu terpendek antar jenis pekerjaan ditentukan berdasarkan pengalaman dilapangan yaitu 3 hari.

2. *Least Distance*.

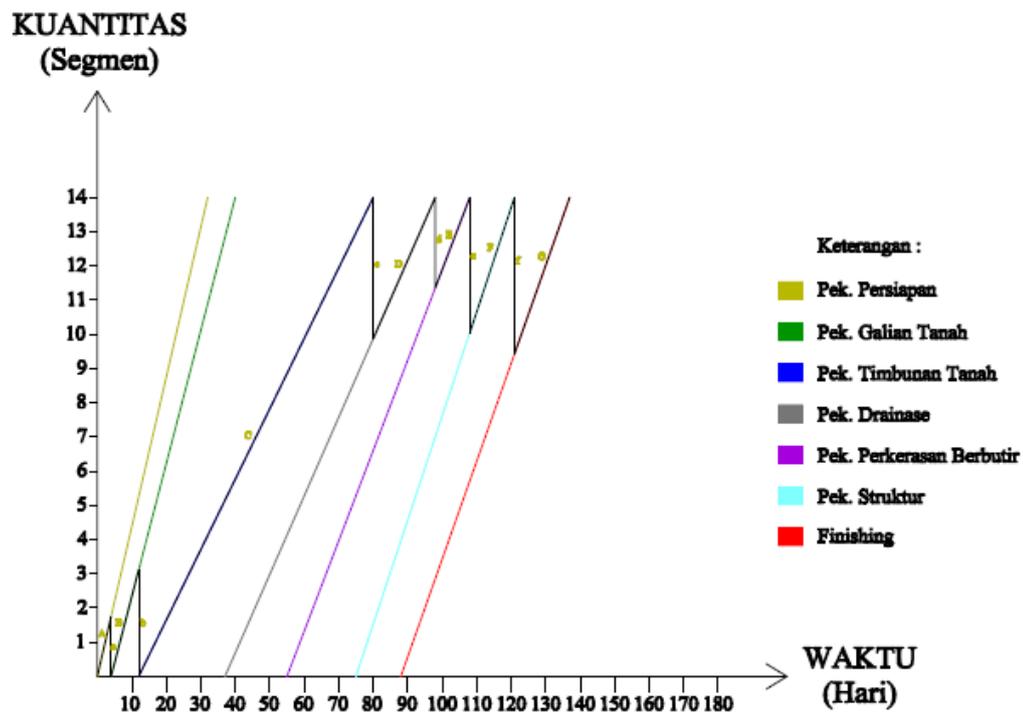
Jarak terpendek antar jenis pekerjaan ditentukan berdasarkan pengalaman di lapangan yaitu 100 meter.

Jalur kegiatan yang dikendalikan tersebut mempunyai laju produktivitas yang akan berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek. Jika jalur kegiatan tersebut mengalami penurunan laju produktivitas, maka penyelesaian proyek akan terlambat. Adapun cara mendapatkan jalur kegiatan kritis pada grafik, dengan cara menarik garis waktu terpendek dan jarak terpendek antar jenis pekerjaan. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 5.7 dan gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5.7 *Least Time dan Least Distance*

(Sumber: Analisis, 2018)



Gambar 5.8 Jalur Kritis Yang Perlu Dikendalikan

(Sumber: Analisis, 2018)

Dapat dilihat pada jenis pekerjaan persiapan didapat jarak yaitu 175 meter dengan waktu penyelesaian selama 4 hari. Sehingga pekerjaan persiapan pada awal segmen sampai segmen 1,75 perlu dikendalikan dan pengawasan secara ketat agar pekerjaan tersebut selesai pada hari ke 4. Untuk pekerjaan selanjut dilakukan dengan cara yang sama. Adapun rekapitulasi jalur pengendalian proyek dapat dilihat pada tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Jalur Pengendalian Proyek

No	Jenis Pekerjaan	Durasi (Hari)	Waktu		Segmen	
			Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	Pek. Persiapan	4	0	4	0	1,75
2	Pek. Galian Tanah	8	4	12	0	3,1
3	Pek. Timbunan Tanah	7	12	80	0	14
4	Pek. Drainase	18	80	98	9,8	14
5	Pek. Perk. Berbutir	6	98	108	11,3	14
6	Pek. Struktur	13	108	121	10,1	14
7	Finishing	7	121	137	10,5	14

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya suatu proyek konstruksi, semua komponen yang diperlukan dalam pekerjaan hingga selesai harus diperhitungkan mulai dari awal pekerjaan sampai selesainya seluruh aktivitas pekerjaan tersebut. Biaya total proyek adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung yang didapat dari RAB.

Pada tahap ini, analisis rencana anggaran proyek menggunakan data yang telah didapat berupa RAB pelaksanaan proyek itu sendiri. Adapun data yang digunakan untuk perhitungan rencana anggaran biaya sebagai berikut.

1. Material atau bahan dan harga bahan yang digunakan sama dengan pelaksanaan di lapangan.
2. Alat dan harga alat yang digunakan sama dengan pelaksanaan di lapangan.
3. Harga upah tenaga kerja yang digunakan sama dengan harga yang dipakai di lapangan.
4. Banyaknya pekerjaan atau volume yang digunakan sama dengan pelaksanaan di lapangan.

5.6.1 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan

Biaya normal merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari biaya normal bahan, biaya normal alat dan biaya normal upah pekerja. Biaya normal itu sendiri didapat berdasarkan harga satuan pekerjaan pada jenis pekerjaan yang dilakukan.

Perhitungan harga satuan pekerjaan yang dilakukan dibagi menjadi 3 yaitu perhitungan harga satuan bahan, harga satuan alat dan biaya harga satuan upah pekerja. Dimana harga satuan pekerjaan tersebut akan dikalikan dengan banyaknya pekerjaan atau volume tiap jenis pekerjaan tersebut. Adapun perhitungan harga satuan pekerjaan tersebut diambil pada salah satu jenis pekerjaan sebagai berikut.

1. Pada pekerjaan persiapan badan jalan.
 - a. Perhitungan bahan yang digunakan dan harga satuan bahan.

Pada pekerjaan persiapan badan jalan tidak memerlukan bahan atau material.

- b. Perhitungan kebutuhan alat yang digunakan dan harga satuan alat.

Alat yang dibutuhkan pada pekerjaan ini yaitu Motor Grader, Vibrator Roller dan alat bantu berupa sekop. Adapun perhitungan kebutuhan alat tersebut dapat dilihat pada tabel 5.9 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Perhitungan Kebutuhan Alat

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket
I	Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
II	Alat				
1	Motor Grader	E13			
	Panjang operasi grader sekali jalan	Lh	50	m	
	Lebar efektif kerja Blade	B	2,6	m	
	Lebar overlap	Bo	0,3	-	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,8	-	
	Kecepatan rata-rata alat	v	4,0	km/jam	
	Jumlah lintasan	n	4,0	lintasan	
	Waktu siklus	Ts1			
	-Peralatan 1 kali lintasan = $Lh : (v \times 1000) \times 60$	T1	0,75	menit	
	-Lain-lain	T2	1,00	menit	
		Ts1	1,75	menit	
	Kapasitas produksi / Jam				
	= $Lh \times (n \times (b - bo) + bo) \times Fa \times 60 : (n \times Ts1)$	Q1	3.257,14	m ²	
	Koefisien alat / m = 1 : Q1	E13	0,0003	jam	
2	Vibrator Roller	E14			
	Kecepatan rata-rata alat	v	2,00	km/jam	
	Lebar efektif pemadatan	b	1,40	m	
	Jumlah lintasan	n	8,0	lintasan	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,83	-	
	Kapasitas produksi / jam = $(v \times 1000 \times b \times Fa) : n$	Q2	290,50	m ²	
	Koefisien alat / m = 1 : Q2	E14	0,0034	jam	
3	Alat bantu	Ls			
	Sekop		3,0	buah	

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Adapun perhitungan harga satuan alat dapat dilihat pada tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Perhitungan Harga Satuan Alat

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I	Peralatan				
1	Motor Grader	jam	0,0003	553.386,60	169,90
2	Vibrator Roller	jam	0,0034	375.865,53	1.293,86
3	Alat Bantu	Ls	1,00	200,00	200,00
	Jumlah Harga Peralatan				1.663,76

(Sumber: Analisis Data, 2018)

c. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan harga satuan upah tenaga kerja.

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan tenaga kerja dengan menggunakan metode LSM adalah 4 orang pekerja. Adapun perhitungan harga satuan upah tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket
I	Jam kerja efektif	Tk	8	Jam	
II	Produksi Motor Grader	Q1	3.257,14	m ²	
	Produksi Pekerjaan / hari	Qt	26.057,12	m ² /jam	
III	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	P	5	orang	
2	Mandor	M	1	orang	
IV	Koefisien				
	Pekerja		0,0015	jam	
	Mandor		0,0003	jam	

Harga upah tenaga kerja diambil berdasarkan rencana awal sebesar Rp. 100.000,00 untuk 1 hari kerja dimana 1 hari kerja adalah 7 jam. Untuk 1 jam kerja mendapatkan upah sebesar Rp 14.285,57. Sedangkan perencanaan dengan metode LSM 1 hari kerja adalah 8 jam. Untuk perhitungan upah pekerja yang lebih 1 jam diambil berdasarkan harga perjamnya pada upah perencanaan awal. Upah pekerja 1 jam tersebut adalah 1,5 kali dari upah perjam normal. Sehingga upah pekerja perjam menggunakan metode LSM menjadi sebesar Rp 15.125,00. Jadi untuk 1 hari kerja upah pekerja menjadi sebesar Rp. 121.000,00. Perhitungan upah tersebut juga berlaku untuk tenaga kerja yang lain seperti mandor dan tukang. Adapun perhitungan harga satuan upah tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Perhitungan Harga Satuan Upah Tenaga Kerja

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I	Tenaga				
1	Pekerja	jam	0,0015	15.125	23,22
2	Mandor	jam	0,0003	22.750	6,98
	Jumlah Harga Upah Tenaga Kerja				30,20

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan penyiapan badan jalan maka perlu dilakukan rekapitulasi harga satuan pekerjaan keseluruhan. Adapun

rekapitulasi perhitungan harga satuan pekerjaan penyiapan badan jalan dapat dilihat pada tabel 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I	Material				
1	Bahan	-	-	-	-
	Jumlah Harga Bahan				-
II	Peralatan				
1	Motor Grader	jam	0,0003	553.386,60	169,90
2	Vibrator Roller	jam	0,0034	375.865,53	1.293,86
3	Alat Bantu	Ls	1,00	200,00	200,00
	Jumlah Harga Peralatan				1.663,76
III	Tenga				
1	Pekerja	jam	0,0015	15.125	23,22
2	Mandor	jam	0,0003	22.750	6,98
	Jumlah Harga Upah Tenga Kerja				30,20
IV	Jumlah Harga Bahan, Alat dan Tenaga Kerja				1.693,96
V	Overhead dan Profit 15%				254,09
VI	Harga Satuan Pekerjaan				1.948,05

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan hasil perhitungan harga satuan pekerjaan di atas, maka perlu dilakukan perhitungan untuk semua jenis pekerjaan yang dilakukan. Adapun rekapitulasi harga satuan pekerjaan semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.14 sebagai berikut.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Harga Satuan Semua Jenis Pekerjaan

No	Nama Jenis Pekerjaan	Harga Satuan (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	
1	Papan Nama Proyek	1.029.000,00
2	Mobilisasi	135.412.000,00
3	Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	52.500.000,00
4	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	40.137.500,00
5	Penyiapan Badan Jalan	1.948,05
II	PEKERJAAN GALIAN TANAH	
1	Galian Tanah Menggunakan Excavator	44.179,63
2	Galian Drainase Menggunakan Excavator	29.024,28
3	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	138.104,55
III	PEKERJAAN TIMBUNAN TANAH	
1	Pekerjaan Timbunan Tanah	116.102,09
IV	PEKERJAAN DRAINASE	
1	Pasangan Batu Dengan Mortar	839.406,58
2	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	112.383,67
3	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	44.020,36
4	Pekerjaan Urugan Pasir	159.606,24
5	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	1.661.781,60

Lanjutan Tabel 5.14 Rekapitulasi Harga Satuan Semua Jenis Pekerjaan

No	Nama Jenis Pekerjaan	Harga Satuan (Rp.)
6	Pekerjaan Beton Mutu Sedang K-250	2.028.297,93
V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR	
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	667.451,88
2	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	1.197.370,71
VI	PEKERJAAN STRUKTUR	
1	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	21.907,50
2	Pekerjaan Perkerasan Beton K-300	2.453.278,89
VII	<i>FINISHING</i>	
1	Pekerjaan Kerb Pracetak	216.483,64
2	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Mendian	96.250,13

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.6.2 Rekapitulasi Harga Total Pekerjaan

Berdasarkan hasil rekapitulasi harga satuan masing-masing jenis pekerjaan, untuk mengetahui jumlah harga secara keseluruhan maka perlu dikalikan dengan jumlah volume yang dikerjakan. Sehingga akan didapat harga total dari pekerjaan tersebut. Adapun rekapitulasi harga total pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.15 sebagai berikut.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Harga Total Pekerjaan

No	Nama Jenis Pekerjaan	Sat.	Nilai Pekerjaan		
			Volume	Harga Satuan (Rp.)	Harga (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Papan Nama Proyek	Buah	2,00	1.029.000,00	2.058.000,00
2	Mobilisasi	Ls	1,00	135.412.000,00	135.412.000,00
3	Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	Ls	1,00	52.500.000,00	52.500.000,00
4	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	40.137.500,00	40.137.500,00
5	Penyiapan Badan Jalan	M ³	53.760,00	1.948,05	104.727.361,71
	JUMLAH				334.834.861,71
II	PEKERJAAN GALIAN TANAH				
1	Galian Tanah Menggunakan Excavator	M ³	38.874,33	44.179,63	1.717.453.483,99
2	Galian Drainase Menggunakan Excavator	M ³	2.311,60	29.024,28	67.092.519,38
3	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	M ²	63.869,50	138.104,55	8.820.668.265,91
	JUMLAH				10.605.214.269,28
III	PEKERJAAN TIMBUNAN TANAH				
1	Pekerjaan Timbunan Tanah	M ³	65.000,30	116.102,09	7.546.670.970,34
	JUMLAH				7.546.670.970,34
IV	PEKERJAAN DRAINASE				
1	Pasangan Batu Dengan Mortar	M ³	1.399,60	839.406,58	1.174.833.447,58
2	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	M ³	342,00	112.383,67	38.435.215,79
3	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	M	18.100,00	44.020,36	796.768.464,29
4	Pekerjaan Urugan Pasir	M ³	26,67	159.606,24	4.257.336,72
5	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	M ³	26,67	1.661.781,60	44.326.362,32
6	Pekerjaan Beton Mutu Sedang K-250	M ³	212,82	2.028.297,93	431.652.223,01
	JUMLAH				2.490.273.049,71
V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR				
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M ³	7.830,00	667.451,88	5.226.148.230,49

Lanjutan Tabel 5.15 Rekapitulasi Harga Total Pekerjaan

No	Nama Jenis Pekerjaan	Sat.	Nilai Pekerjaan		
			Volume	Harga Satuan (Rp.)	Harga (Rp.)
2	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	M ³	672,00	1.197.370,71	804.633.120,48
	JUMLAH				6.030.781.350,97
VI	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	Kg	52.791,79	21.907,50	1.156.536.100,56
2	Pekerjaan Perkerasan Beton K-300	M ³	2.016,00	2.453.278,89	4.945.810.246,54
	JUMLAH				6.102.346.347,10
VII	<i>FINISHING</i>				
1	Pekerjaan Kerb Pracetak	M ³	1.120,00	216.483,64	242.461.682,19
2	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Mendian	M ³	1.232,00	96.250,13	118.580.154,55
	JUMLAH				361.041.836,74
TOTAL					33.471.162.685,84
PPN 10%					3.347.116.268,58
JUMLAH TOTAL					36.818.278.954,42
DIBULATKAN					36.818.278.000,00

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.7 Pembahasan

Jadwal *existing* Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears menggunakan metode konvensional berupa Bagan Balok dan kurva-s. Diketahui dari jadwal *existing* proyek untuk penyelesaian 1,4 kilometer pembangunan jalan diperlukan waktu selama 187 hari. Sedangkan pada penjadwalan menggunakan metode LSM diperlukan waktu selama 137 hari. Artinya proyek akan lebih cepat jika menggunakan metode *Linier Scheduling Method* dengan selisih durasi 50 hari. Perbandingan antara jadwal *existing* proyek dengan penjadwalan LSM hasilnya lebih baik menggunakan LSM ini karena pekerjaan yang dilakukan berfokus pada kuantitas (segmen) dalam jumlah yang banyak dan pemerataan jenis pekerjaan menyebabkan durasi pengerjaan lebih cepat dan efisien.

Produktivitas ditunjukkan dengan tingkat kelandaian pada garis diagram LSM, semakin landai diagram tersebut maka produktivitas semakin rendah dan semakin curam diagram tersebut maka produktivitas semakin tinggi. Dengan perbedaan produktivitas tiap kelompok pekerjaan tersebut perlu dilakukan pengendalian proyek pada masing-masing kelompok pekerjaan. Adapun lokasi dan waktu yang diperlukan pengendalian proyek sebagai berikut.

1. Pekerjaan persiapan pada lokasi awal hingga 175 meter harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 4 hari.
2. Pekerjaan galian tanah pada lokasi awal hingga 310 meter harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 8 hari.
3. Pekerjaan timbunan tanah di lokasi awal hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 68, karena tingkat produktivitas pada pekerjaan timbunan tanah rendah.
4. Pekerjaan drainase di lokasi 980 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 18 hari.
5. Pekerjaan perkerasan berbutir di lokasi 1.130 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian proyek selama 10 hari.
6. Pekerjaan struktur di lokasi 1.010 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 13 hari.

7. Pekerjaan *finishing* di lokasi 1.050 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 16 hari.

Pengendalian proyek menggunakan metode LSM dapat mendeteksi secara langsung pada lokasi dan waktu tertentu, karena adanya pengelompokan tiap pekerjaan. Bila salah satu kelompok pekerjaan mengalami penurunan produktivitas, maka dapat diketahui secara langsung kelompok pekerjaan apa yang mengalami penurunan produktivitas tersebut. Kelompok pekerjaan tersebut dapat diarahkan dan dievaluasi secara langsung dilapangan. Pengaruh penurunan produktivitas pada kelompok pekerjaan tersebut akan mengalami keterlambatan waktu pelaksanaan dan pembengkakan biaya proyek. Maka pengendalian proyek pada lokasi tertentu dan waktu tertentu harus diselesaikan secara tepat waktu, agar tiap jenis pekerjaan tidak mengalami keterlambatan yang membuat pekerjaan selanjutnya menunggu.

Sedangkan pengendalian proyek menggunakan *BarChart* tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan-kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Karena banyak pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan sehingga bila mengalami penurunan produktivitas pada salah satu pekerjaan maka tidak dapat mengetahui secara langsung kelompok pekerjaan tersebut yang mengalami gangguan.

Setelah dilakukan percepatan penjadwalan proyek menggunakan metode LSM biaya proyek mengalami kenaikan. Diketahui dari RAB *existing* proyek sebesar Rp. 36.725.156.000,00 sedangkan RAB menggunakan metode LSM sebesar Rp 36.818.278.000,00. Besarnya persentase kenaikan biaya proyek adalah 0,0025% dengan selisih biaya proyek *existing* dengan biaya proyek menggunakan metode LSM sebesar Rp. 93.122.000,00. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah pekerja yang digunakan pada metode LSM lebih banyak daripada jumlah pekerja pada proyek *existing*. Pekerja tersebut tergabung dalam pengelompokan berdasarkan masing-masing kelompok pekerjaan.

Adapun hal lain yang mempengaruhi kenaikan biaya proyek adalah jumlah harga satuan pekerjaan. Pada harga satuan pekerjaan, harga upah pekerja yang digunakan pada metode LSM lebih besar daripada upah pekerja *existing*, yang semula Rp 99.000,00 menjadi Rp 121.000,00. Hal tersebut dipengaruhi oleh jam

kerja yang digunakan, yang semula 7 jam/hari menjadi 8 jam/hari. Adapun tabel 5.16 perbandingan harga dan pekerja antara proyek *existing* dan metode LSM sebagai berikut.

Tabel 5.16 Perbandingan Harga dan Pekerja Antara *BarChart* Dengan Metode LSM

No	Nama Jenis Pekerjaan	Proyek <i>Existing</i>	Metode LSM	Jumlah Pekerja <i>Existing</i>	Jumlah Pekerja Metode LSM
		Harga (Rp.)	Harga (Rp.)	(Orang)	(Orang)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Papan Nama Proyek	2.058.000,00	2.058.000,00	-	-
2	Mobilisasi	135.412.000,00	135.412.000,00	-	-
3	Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	9.000.000,00	52.500.000,00	-	-
4	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	37.772.988,00	40.137.500,00	4	5
5	Penyiapan Badan Jalan	104.340.633,60	104.727.361,71	5	5
	JUMLAH	288.583.621,60	334.834.861,71		
II	PEKERJAAN GALIAN TANAH				
1	Galian Tanah Menggunakan Excavator	1.706.583.644,99	1.717.453.483,99	3	4
2	Galian Drainase Menggunakan Excavator	66.904.893,08	67.092.519,38	4	4
3	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	8.870.626.001,74	8.820.668.265,91	10	8
	JUMLAH	10.644.114.539,81	10.605.214.269,28		
III	PEKERJAAN TIMBUNAN TANAH				
1	Pekerjaan Timbunan Tanah	7.534.396.163,80	7.546.670.970,34	5	5
	JUMLAH	7.534.396.163,80	7.546.670.970,34		
IV	PEKERJAAN DRAINASE				
1	Pasangan Batu Dengan Mortar	1.159.310.373,80	1.174.833.447,58	10	10
2	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	28.307.117,70	38.435.215,79	3	5
3	Pekerjaan Pondasi Cerucuk	904.526.323,00	796.768.464,29	8	5
4	Pekerjaan Urugan Pasir	4.260.782,59	4.257.336,72	6	5
5	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	42.501.331,85	44.326.362,32	8	10
6	Pekerjaan Beton Mutu Sedang K-250	420.197.288,47	431.652.223,01	8	10
	JUMLAH	2.559.103.217,41	2.490.273.049,71		
V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR				
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5.228.158.807,80	5.226.148.230,49	7	5

Lanjutan Tabel 5.16 Perbandingan Harga Setiap Jenis Pekerjaan

No	Nama Jenis Pekerjaan	Proyek <i>Existing</i>	Metode LSM	Jumlah Pekerja <i>Existing</i>	Jumlah Pekerja Metode LSM
		Harga (Rp.)	Harga (Rp.)	(Orang)	(Orang)
2	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175/ <i>Lean Concrete</i>	863.371.461,12	804.633.120,48	7	5
	JUMLAH	6.091.530.268,92	6.030.781.350,97		
VI	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pekerjaan Pembesian BJ24 Polos	876.349.491,64	1.156.536.100,56	5	10
2	Pekerjaan Perkerasan Beton K-300	5.027.221.261,44	4.945.810.246,54	22	20
	JUMLAH	5.903.570.753,08	6.102.346.347,10		
VII	<i>FINISHING</i>				
1	Pekerjaan Kerb Pracetak	244.538.795,20	242.461.682,19	7	5
2	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Mendian	120.668.979,20	118.580.154,55	8	5
	JUMLAH	365.207.774,40	361.041.836,74		
	JUMLAH	33.386.506.339,02	33.471.162.685,84		
	PPN 10%	3.338.650.633,90	3.347.116.268,58		
	JUMLAH TOTAL	36.725.156.972,90	36.818.278.954,42		
	DIBULATKAN	36.725.156.000,00	36.818.278.000,00		

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berikut dibawah ini tabel 5.17 rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara proyek *existing* dan proyek menggunakan metode LSM.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek

No	Keterangan	Durasi	Total Biaya
		(hari)	(Rp.)
1	Proyek <i>Existing</i>	187	36.725.156.000,00
2	Proyek Menggunakan Metode LSM	137	36.818.278.000,00
	Selisih	50	93.122.000,00

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Metode *BarChart* sangat populer di dalam penjadwalan proyek konstruksi di Indonesia dan dapat digunakan untuk berbagai jenis proyek konstruksi. *Bar Chart* bersifat visual, sederhana dan mudah dimengerti, tetapi tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek, serta tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Kekurangan pejadwalan pada proyek *existing* berdasarkan penelitian ini adalah pemanfaatan tenaga kerja masih kurang efektif dikarenakan pekerja harus menyelesaikan pekerjaan satu persatu terlebih dahulu baru mengerjakan pekerjaan selanjutnya, sehingga proses pengerjaan menjadi lebih lama.

Pelaksanaan pekerjaan pada proyek *existing* dibagi menjadi 4 ruas, untuk tahap penyelesaiannya diselesaikan per ruas. Bila dibandingkan dengan metode LSM pemanfaatan tenaga kerja lebih efektif karena adanya pengelompokkan tenaga kerja disetiap masing-masing jenis pekerjaan. Dimana nantinya jika salah satu kelompok pekerjaan selesai tenaga kerja bisa dimanfaatkan untuk ke pekerjaan selanjutnya, sehingga proses pengerjaan pada jenis pekerjaan menjadi lebih efisien dan lebih cepat. *Linier Scheduling Method* dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek dengan melihat ada tidaknya diagram batang yang saling berpotongan, tetapi tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan antar kegiatan pekerjaan.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Setelah dilakukan pengolahan, analisis data dan pembahasan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini, telah diperoleh beberapa kesimpulan dan untuk menjawab tujuan penelitian, ada kesimpulannya sebagai berikut.

1. Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears menggunakan metode LSM adalah selama 137 hari.
2. Pengendalian proyek perlu dilakukan pada tiap kelompok pekerjaan pada lokasi dan waktu tertentu, Adapun lokasi dan waktu yang perlu dikendalikan proyek sebagai berikut.
 - a. Pekerjaan persiapan pada lokasi awal hingga 175 meter harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 4 hari.
 - b. Pekerjaan galian tanah pada lokasi awal hingga 310 meter harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 8 hari.
 - c. Pekerjaan timbunan tanah pada lokasi awal hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 68 hari karena tingkat produktivitas rendah.
 - d. Pekerjaan drainase pada lokasi 980 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 18 hari.
 - e. Pekerjaan perkerasan berbutir pada lokasi 1.130 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 10 hari.
 - f. Pekerjaan struktur pada lokasi 1.010 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 13 hari.
 - g. Pekerjaan *finishing* pada lokasi 1.050 meter hingga akhir pekerjaan harus dikendalikan dengan waktu penyelesaian selama 16 hari.
3. Pengendalian proyek menggunakan metode LSM dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan, karena adanya

pengelompokkan tiap pekerjaan. Bila salah satu kelompok pekerjaan mengalami penurunan produktivitas, maka dapat diketahui secara langsung kelompok pekerjaan apa yang mengalami penurunan produktivitas tersebut. Kelompok pekerjaan tersebut dapat diarahkan dan dievaluasi secara langsung dilapangan. Sedangkan pengendalian proyek menggunakan *BarChart* tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan-kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Karena banyak pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan sehingga bila mengalami penurunan produktivitas pada salah satu pekerjaan maka tidak dapat mengetahui secara langsung kelompok pekerjaan tersebut yang mengalami gangguan.

4. Total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears menggunakan metode LSM adalah sebesar Rp 36.818.278.000,00.
5. Penjadwalan pada proyek *existing* membutuhkan waktu penyelesaian proyek selama 187 hari. Sedangkan penjadwalan menggunakan metode LSM membutuhkan waktu penyelesaian proyek selama 137 hari. Proyek akan lebih cepat waktu penyelesaiannya jika menggunakan metode *Linier Scheduling Method* dengan selisih durasi 50 hari. Biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua jenis pekerjaan pada proyek *existing* sebesar Rp 36.725.156.000,00. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua jenis pekerjaan menggunakan metode LSM sebesar Rp 36.818.278.000,00. Selisih biaya antara proyek *existing* dan metode LSM adalah sebesar Rp 93.122.000,00.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas, penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Berdasarkan dari perbandingan efektivitas waktu dalam pengerjaan proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears, menyarankan kepada pihak pelaksana proyek untuk menggunakan metode LSM karena metode ini lebih cepat dan efisien dalam hal durasi pengerjaan.

2. Karena metode ini mengandalkan jumlah tenaga kerja yang tergabung dalam pengelompokan pekerjaan sehingga membutuhkan pengawasan yang lebih ketat bagi pengelola dalam pelaksanaan proyek tersebut.
3. Untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan metode LSM sebaiknya meneliti durasi jenis pekerjaan, dengan cara menghitung indeks produktivitas tenaga kerja pada masing-masing jenis pekerjaan tersebut dan membandingkan dengan data di lapangan.
4. Untuk penelitian yang selanjutnya sebaiknya tidak hanya menggunakan satu metode penjadwalan proyek, tapi dapat mengombinasikannya dengan metode yang lain.
5. Untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan metode LSM sebaiknya membuat *software* untuk pembuatan penjadwalan menggunakan metode LSM.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid I, Edisi Pertama, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Faisol. 2010. Mata Kuliah Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Halimi. 2018. Analisis Penjadwalan Ulang Dengan Menggunakan Metode LSM (*Linear Scheduling Method*), Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Husen, A. 2009. Manajemen Proyek, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nugraheni. 2004. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Dengan Memanfaatkan *Line of Balance Diagram*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prasetyo. 2017. Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan *Line of Balance*, *Tesis*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ridho, M. R dan Syahrizal. 2014. Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode LoB dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara), Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan), Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sanjaya dan Prawira. 2014. Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode *Line of Balance* dan *Diagram Method* pada Pekerjaan Berulang, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Setianto, A. 2004. Studi Perbandingan Metode *BarChart* dengan *Line of Balance* Dalam Penjadwalan Kegiatan Pembangunan Perumahan, *Tesis*, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tuti, S. 2018. Mata Kuliah Perencanaan, Manajemen Proyek, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

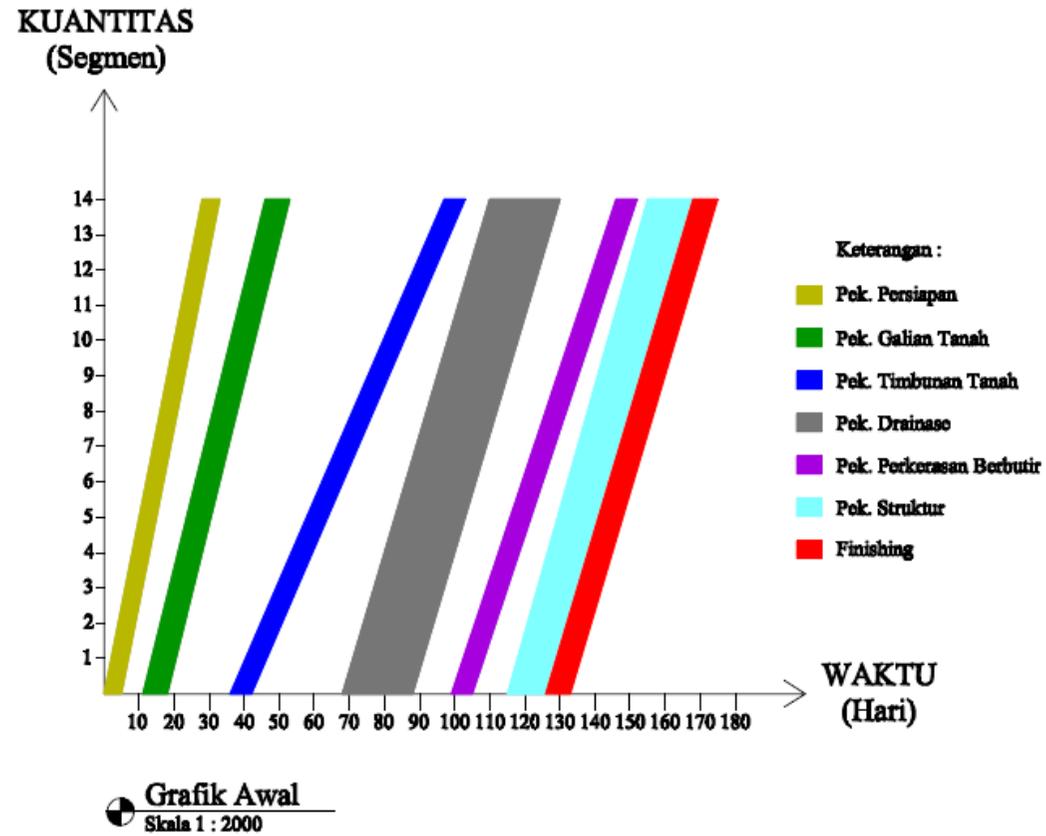
LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule Penelitian

Lampiran 1 Time Schedule Penelitian			Maret 2018				April 2018				Mei 2018				Juni 2018				Juli 2018			
Bulan ke			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Minggu ke	Bobot	Jam																				
KEGIATAN																						
PERSIAPAN																						
Pencarian Data	2	8	1,00		1,00																	
Pencarian Studi Terdahulu	4	8		1,33	1,33	1,33																
Metode Penelitian	2,5	16			1,25	1,25																
PENGUMPULAN DATA																						
Pengumpulan Data Primer	3,25	8		1,63	1,63																	
Pengumpulan Data Sekunder	3,5	12		1,17	1,17	1,17																
Penyusunan Proposal TA	6,5	12					1,63	1,63	1,63	1,63												
ANALISIS DAN PEMBAHASAN																						
Pengolahan Data Proyek	9,9	8								2,48	2,48	2,48	2,48									
Analisis Penjadwalan Ulang dengan Metode LSM	14,9	16								3,73	3,73	3,73	3,73									
Analisis Biaya dengan Metode LSM	14,9	16										4,97	4,97	4,97								
Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya	7,5	8										1,50	1,50	1,50	1,50	1,50						
Pembahasan dan Kesimpulan	5	8															2,50	2,50				
PENYUSUNAN LAPORAN																						
Draft Laporan	10	8															2,50	2,50	2,50	2,50		
Laporan Akhir	16,05	8																	4,01	4,01	4,01	4,01
JUMLAH	100	136																				
PROGRES MINGGUAN			1,00	4,13	6,38	3,75	1,63	1,63	1,63	4,10	6,20	7,70	12,67	10,19	6,47	1,50	5,00	5,00	6,51	6,51	4,01	4,01
PROGRES KUMULATIF			1,00	5,13	11,50	15,25	16,88	18,50	20,13	24,23	30,43	38,13	50,79	60,98	67,45	68,95	73,95	78,95	85,46	91,98	95,99	100,00

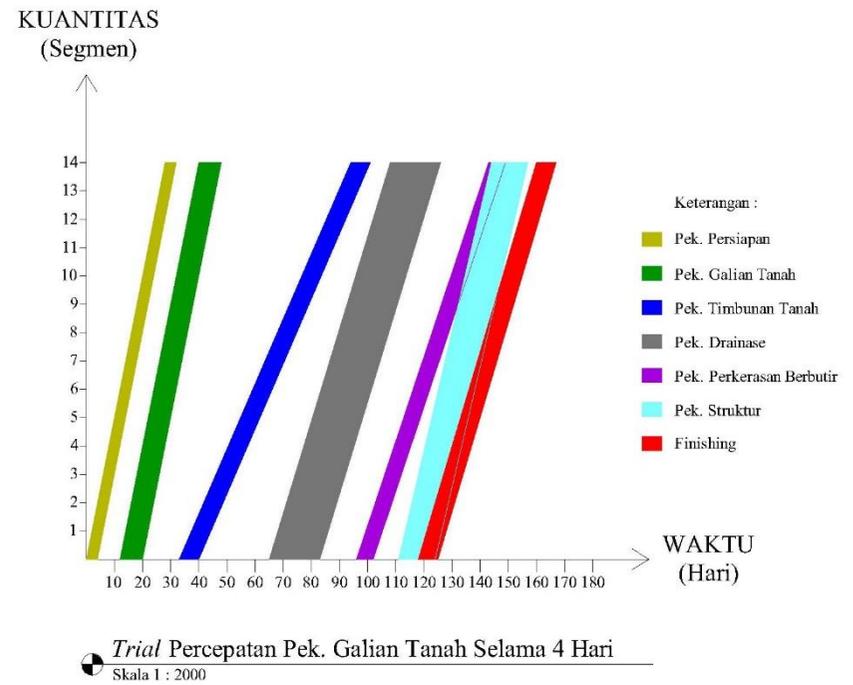
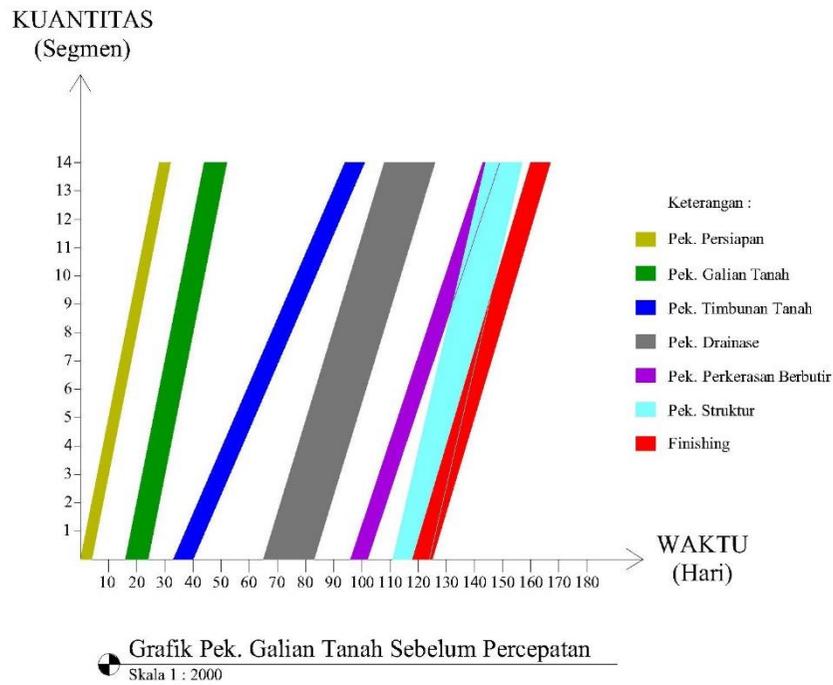
Gambar L-1 Time Schedule Penelitian

Lampiran 2 Grafik Awal

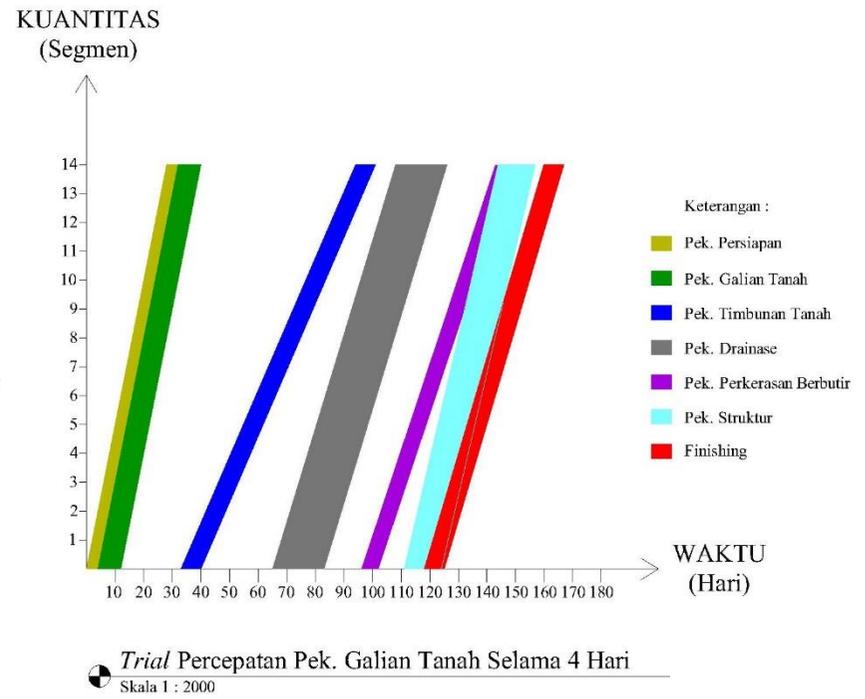
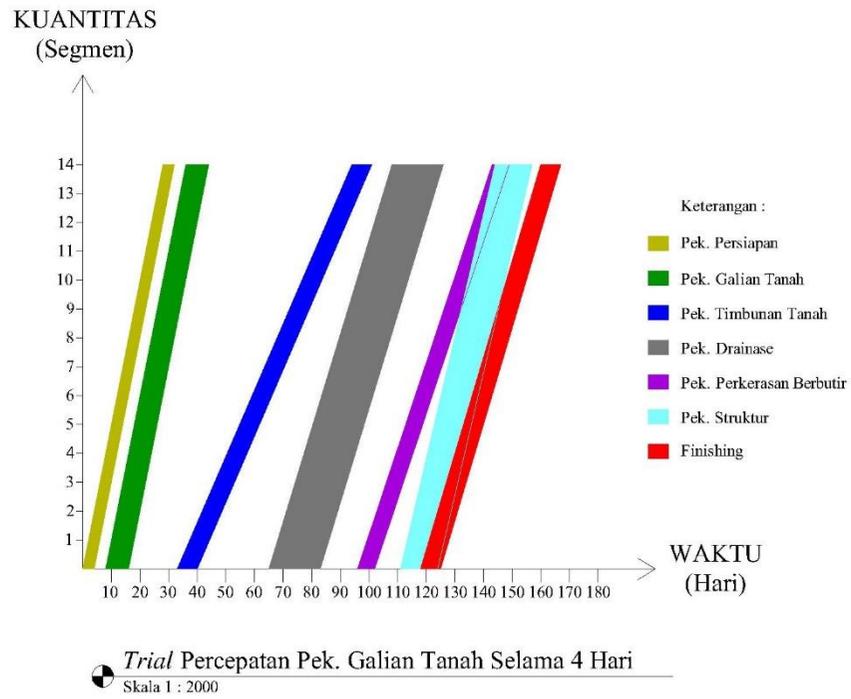


Gambar L-2 Grafik Awal

Lampiran 3 Grafik *Trial* Percepatan Pekerjaan Galian Tanah

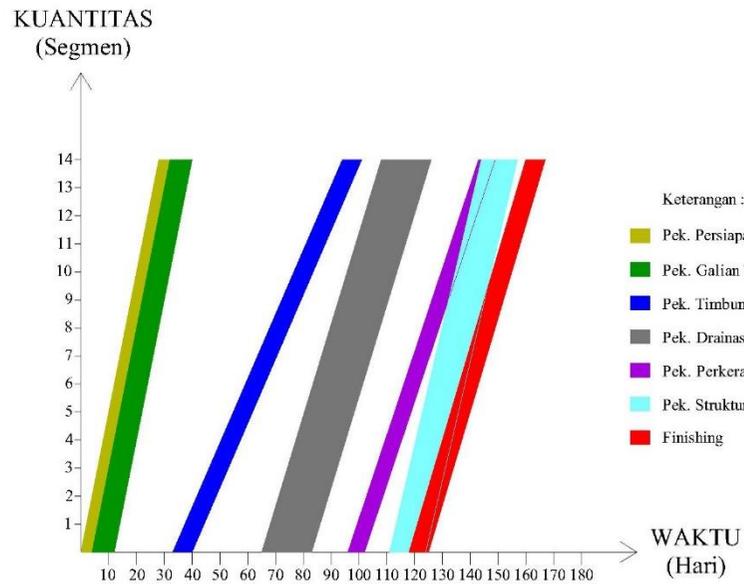


Gambar L-3.1 Trial Percepatan Pekerjaan Galian Tanah

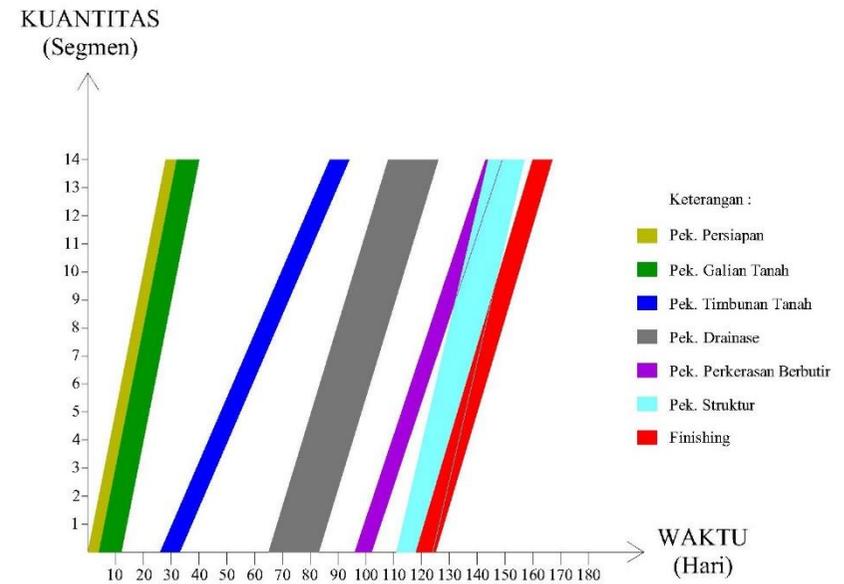


Gambar L-3.2 Trial Percepatan Pekerjaan Galian Tanah

Lampiran 4 Grafik Trial Percepatan Pekerjaan Timbunan Tanah

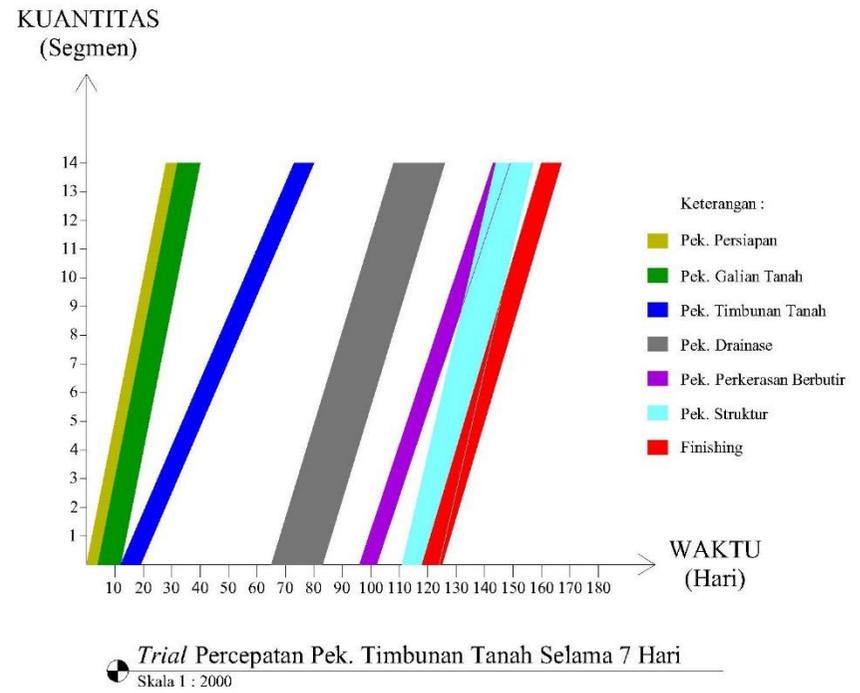
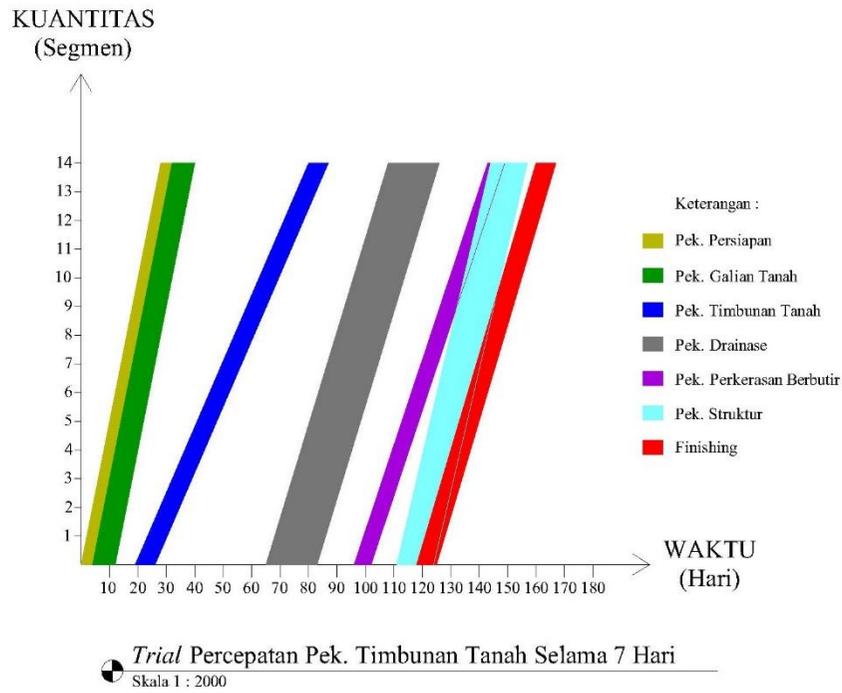


Grafik Pek. Timbunan Tanah Sebelum Percepatan
Skala 1 : 2000



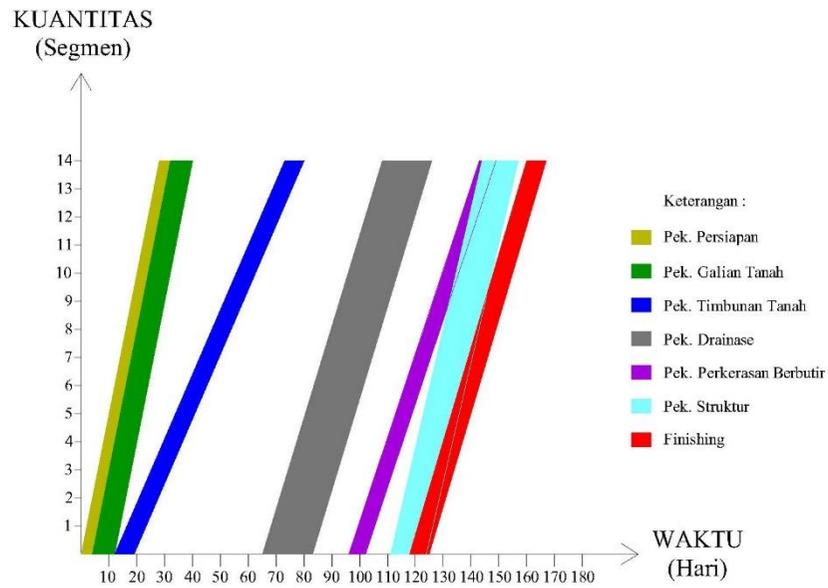
Trial Percepatan Pek. Timbunan Tanah Selama 7 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-4.1 Trial Percepatan Pekerjaan Timbunan Tanah

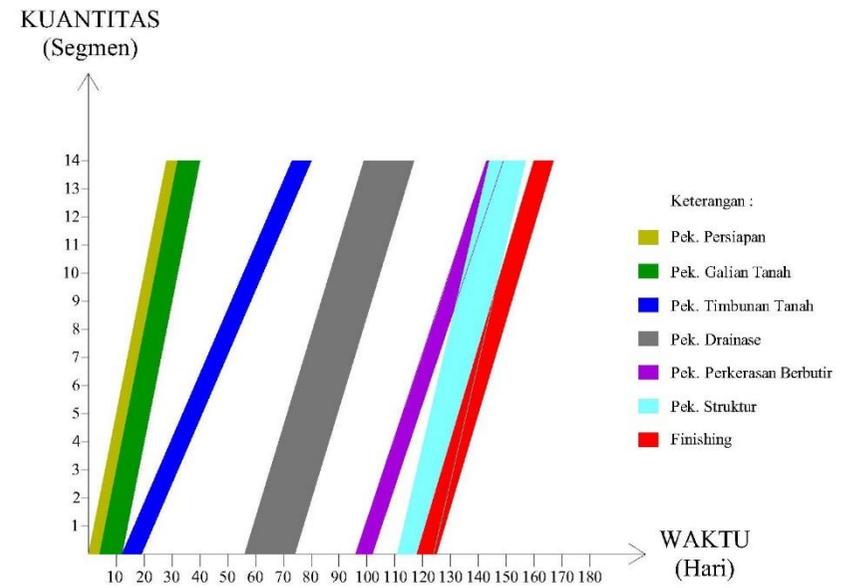


Gambar L-4.2 Trial Percepatan Pekerjaan Timbunan Tanah

Lampiran 5 Grafik *Trial* Percepatan Pekerjaan Drainase

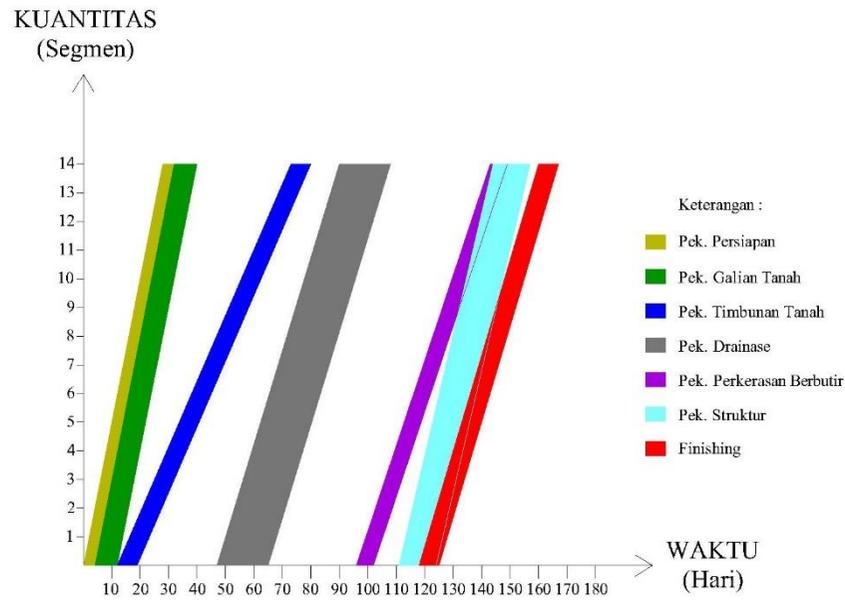


Grafik Pekerjaan Drainase Sebelum Percepatan
Skala 1 : 2000

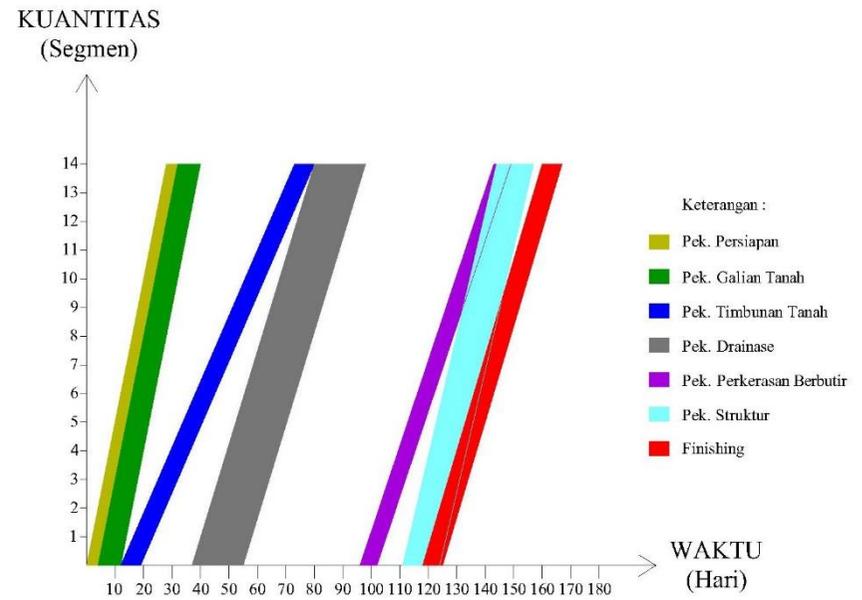


Trial Percepatan Pekerjaan Drainase Selama 9 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-5.1 *Trial* Percepatan Pekerjaan Drainase



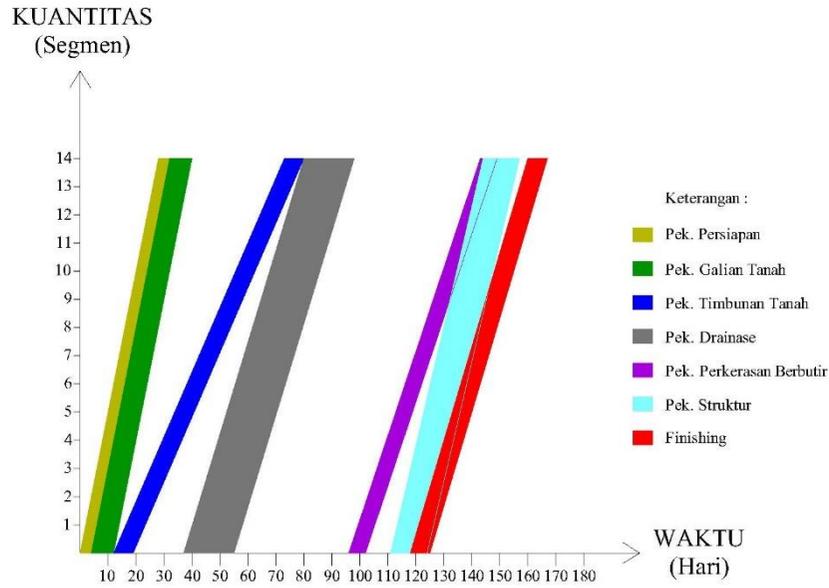
Trial Percepatan Pekerjaan Drainase Selama 9 Hari
Skala 1 : 2000



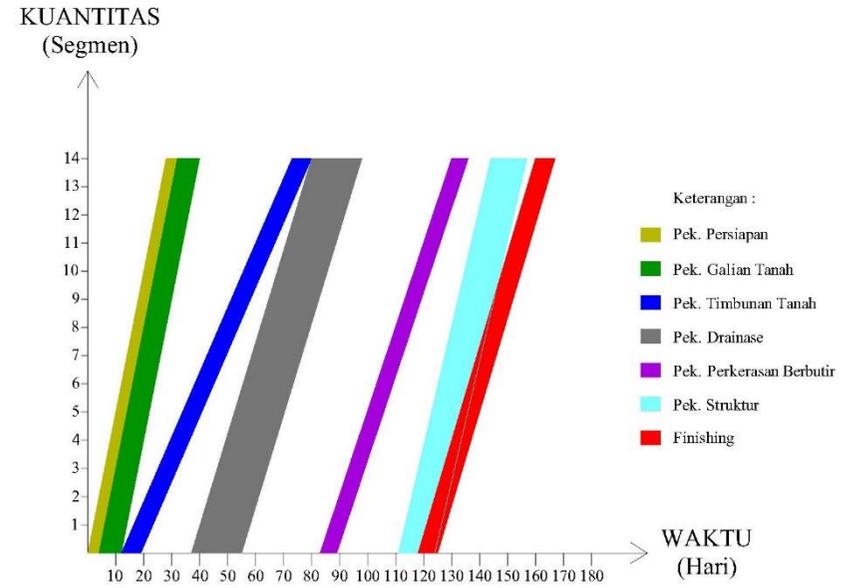
Trial Percepatan Pekerjaan Drainase Selama 10 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-5.2 Trial Percepatan Pekerjaan Drainase

Lampiran 6 Grafik *Trial* Percepatan Pekerjaan Pekerjaan Perkerasan Berbutir

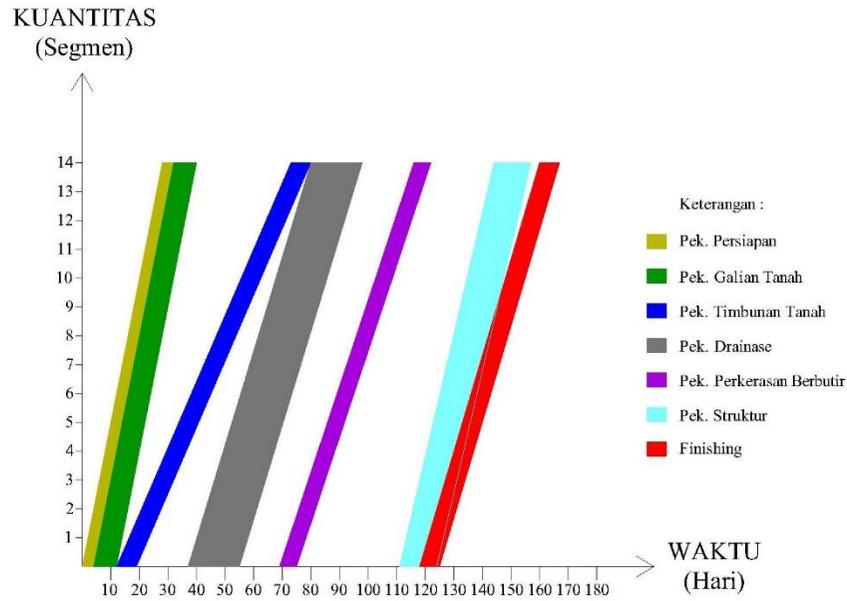


Grafik Pek. Perkerasan Berbutir Sebelum Percepatan
Skala 1 : 2000

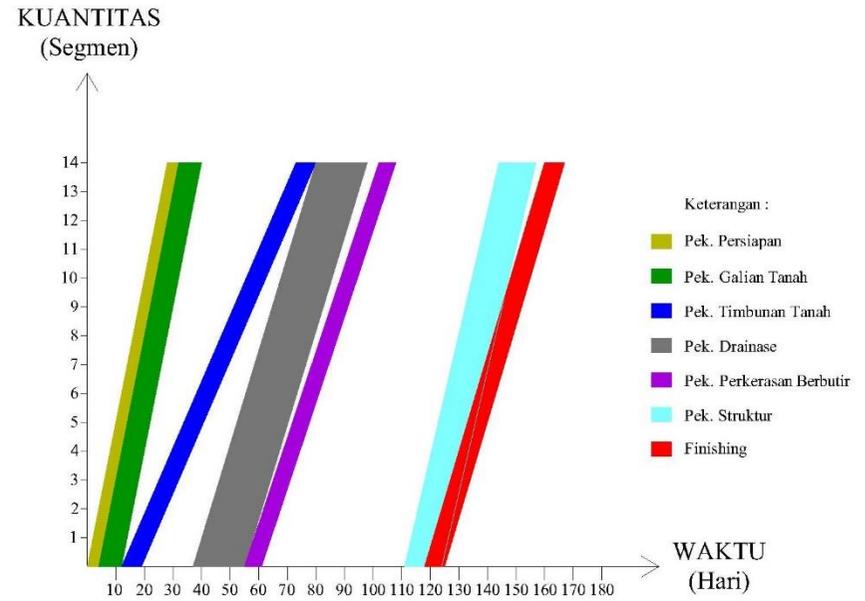


Trial Percepatan Pek. Perkerasan Berbutir Selama 13 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-6.1 *Trial* Percepatan Pekerjaan Perkerasan Berbutir



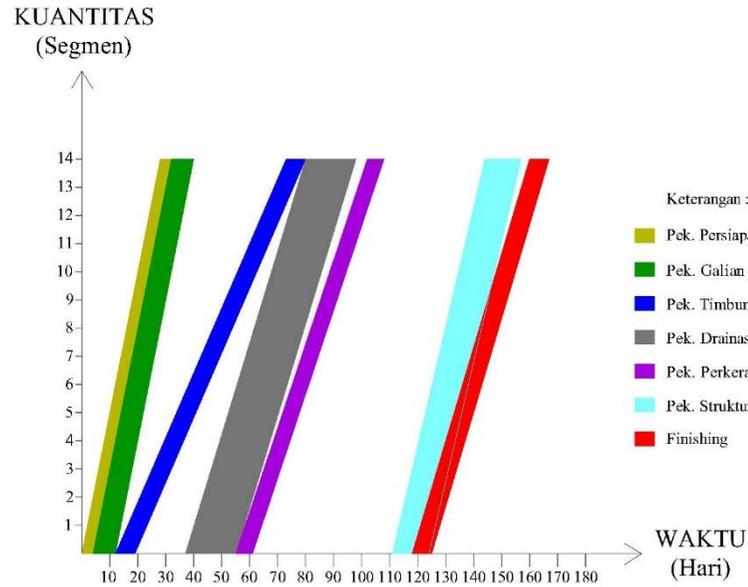
Trial Percepatan Pek. Perkerasan Berbutir Selama 14 Hari
Skala 1 : 2000



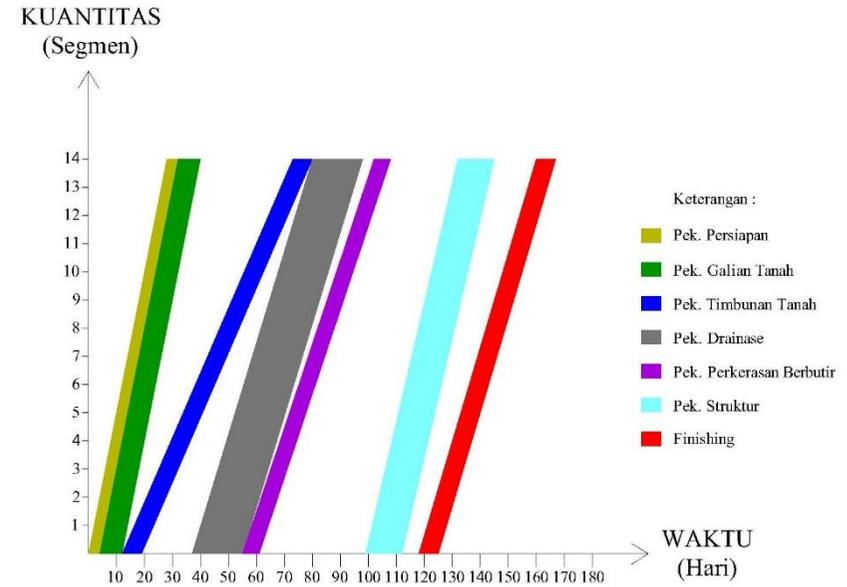
Trial Percepatan Pek. Perkerasan Berbutir Selama 14 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-6.2 *Trial* Percepatan Pekerjaan Perkerasan Berbutir

Lampiran 7 Grafik *Trial* Percepatan Pekerjaan Struktur

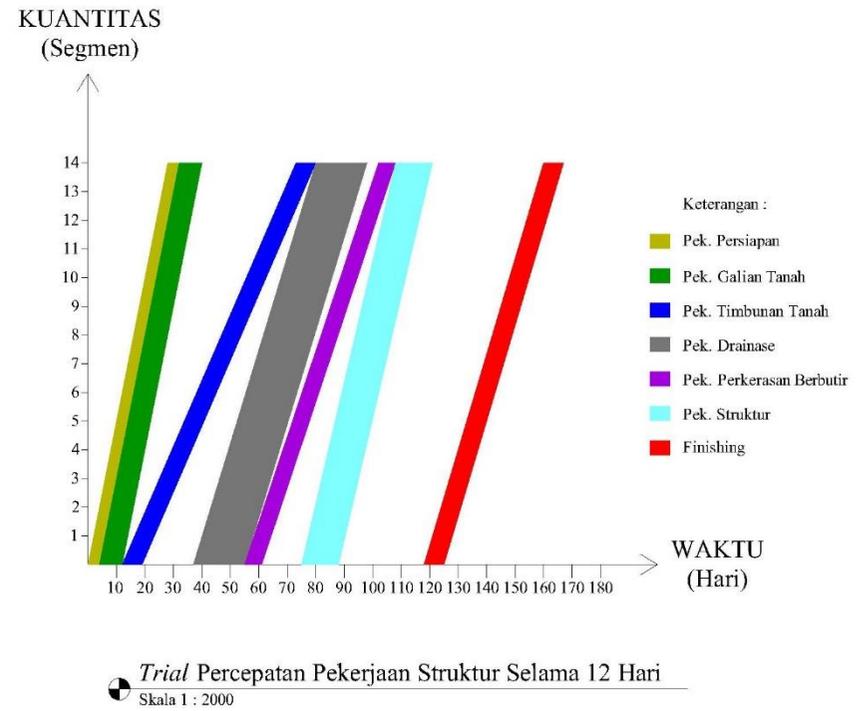
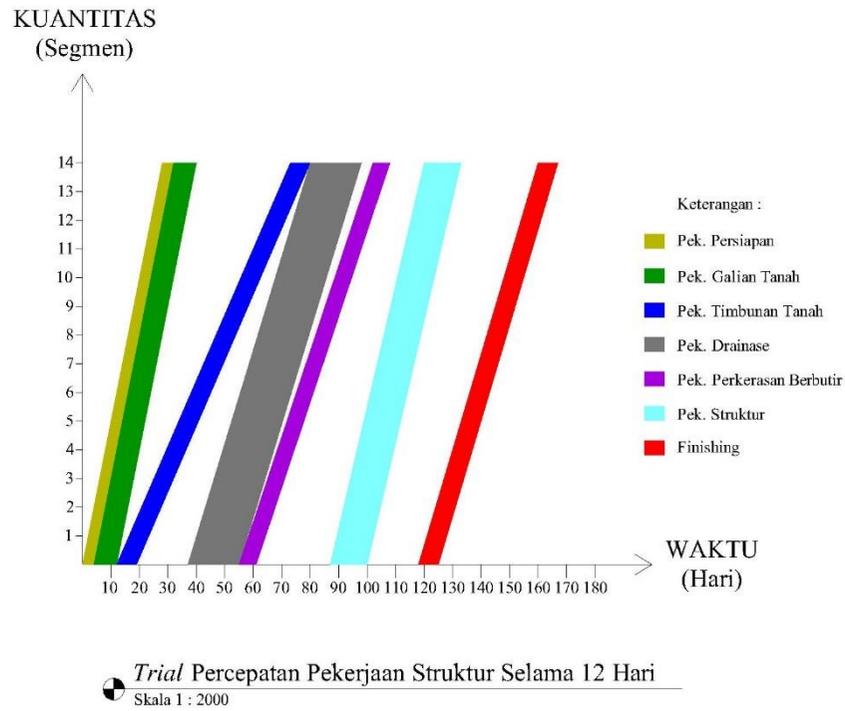


Grafik Pekerjaan Struktur Sebelum Percepatan
Skala 1 : 2000



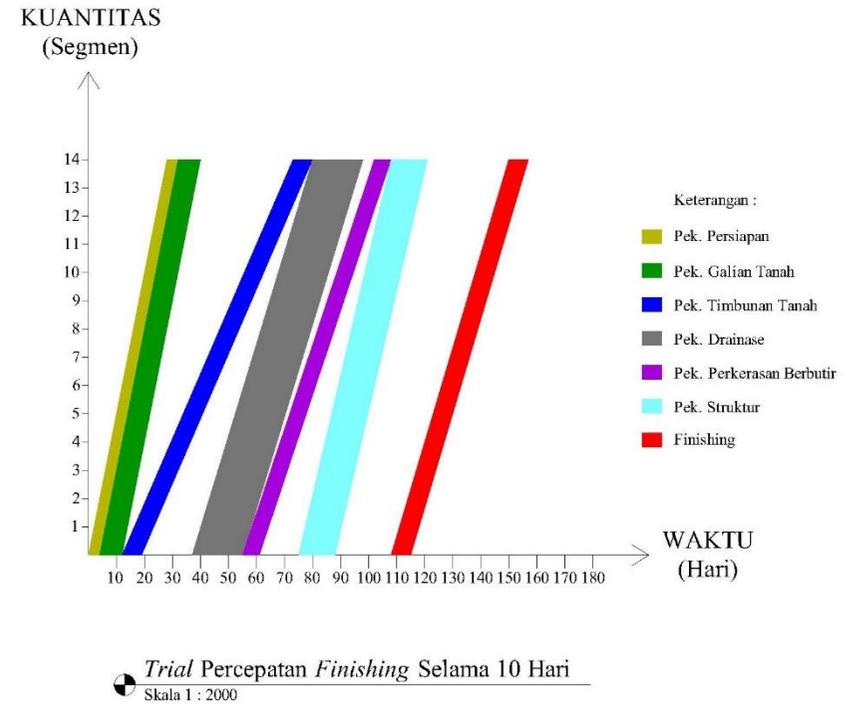
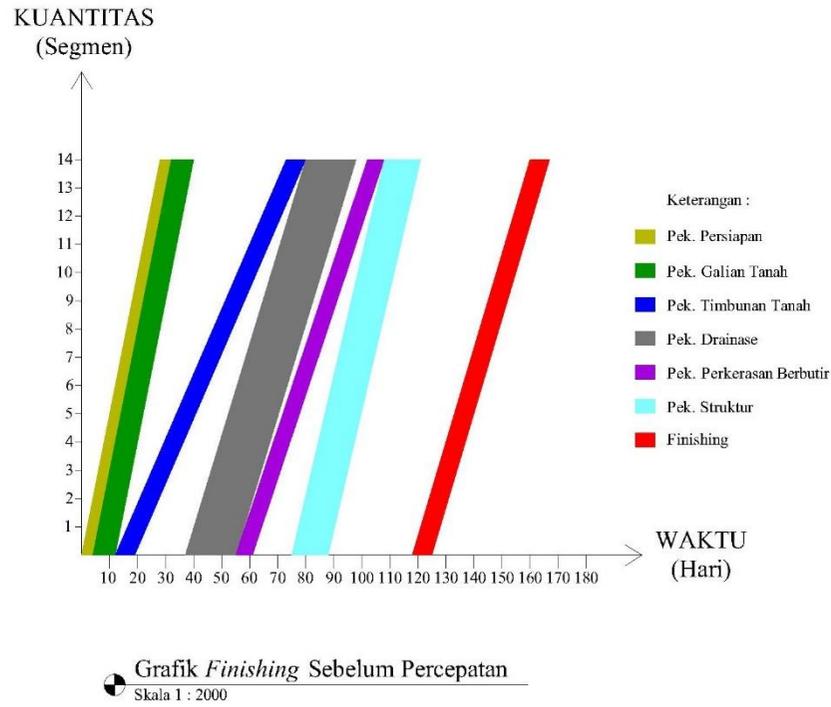
Trial Percepatan Pekerjaan Struktur Selama 12 Hari
Skala 1 : 2000

Gambar L-7.1 *Trial* Percepatan Pekerjaan Struktur

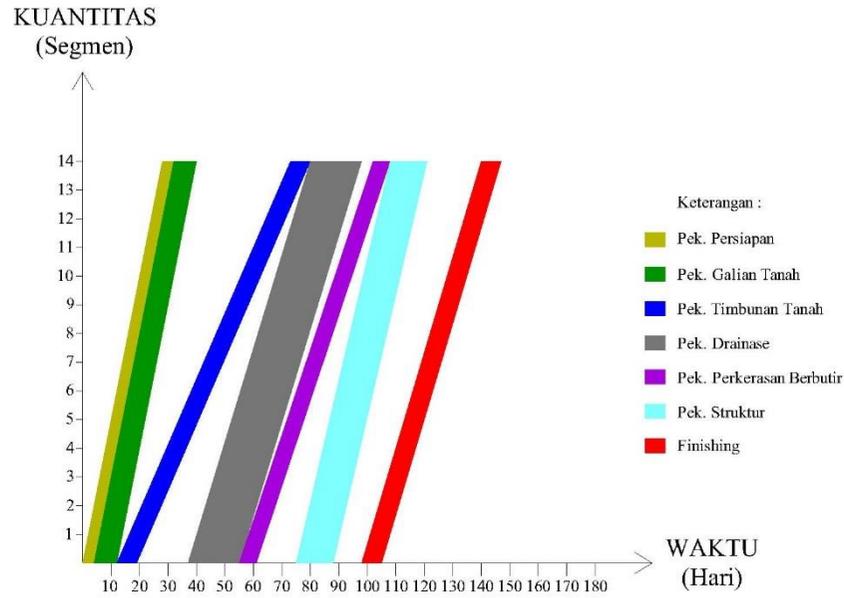


Gambar L-7.1 *Trial* Percepatan Pekerjaan Struktur

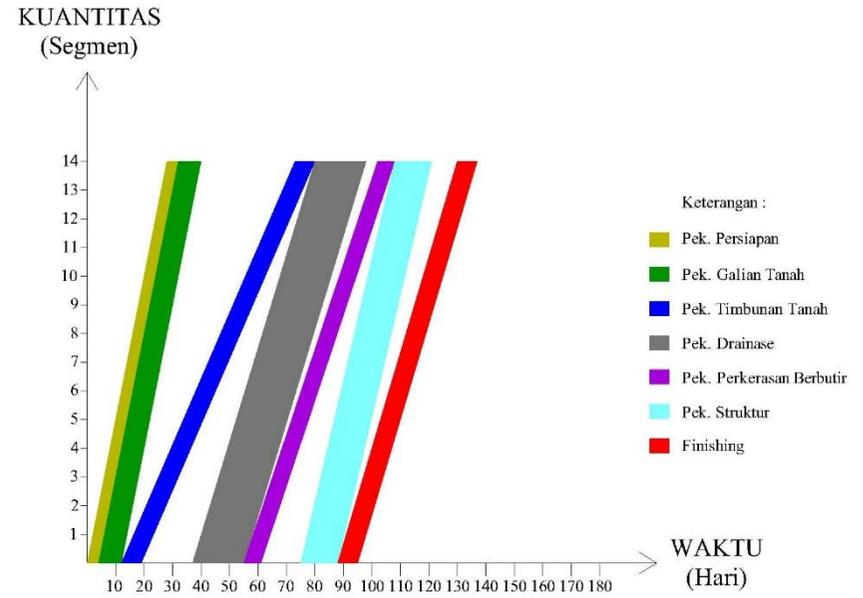
Lampiran 8 Grafik *Trial* Percepatan Pekerjaan *Finishing*



Gambar L-8.1 *Trial* Percepatan Pekerjaan *Finishing*

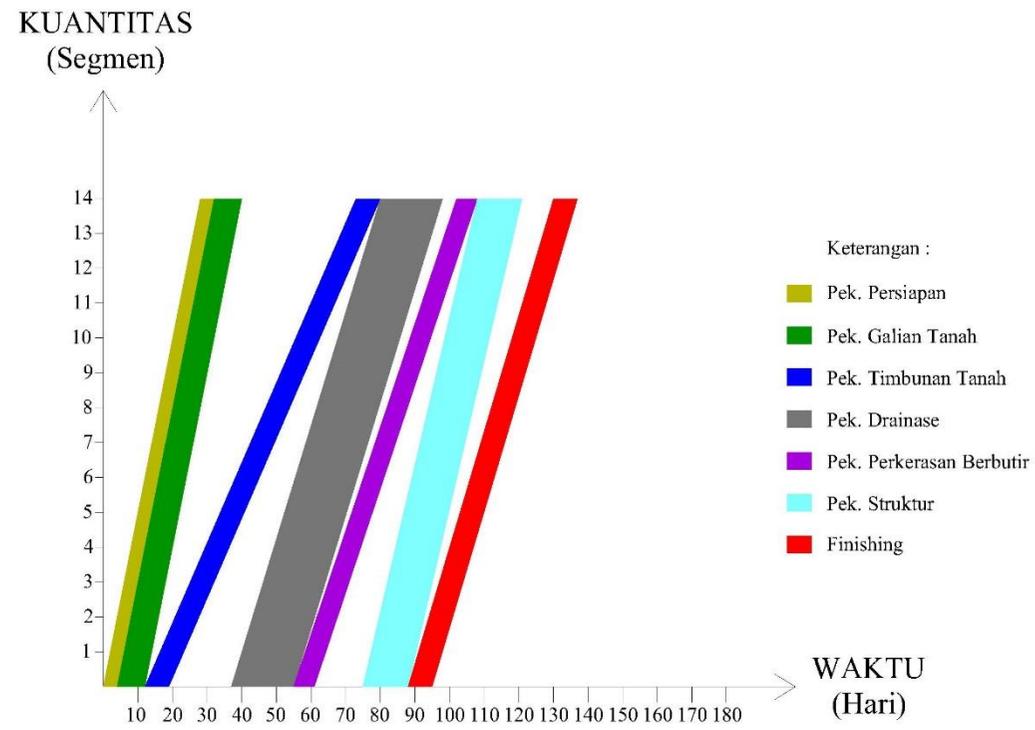


Trial Percepatan Finishing Selama 10 Hari
Skala 1 : 2000

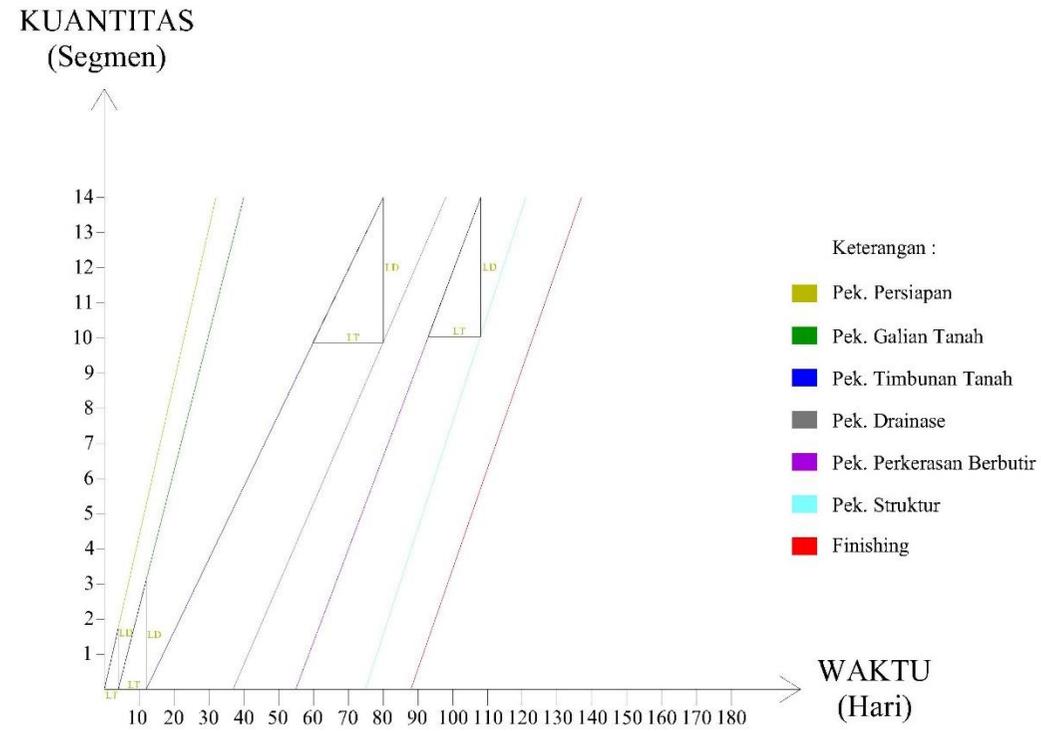


Trial Percepatan Finishing Selama 10 Hari
Skala 1 : 2000

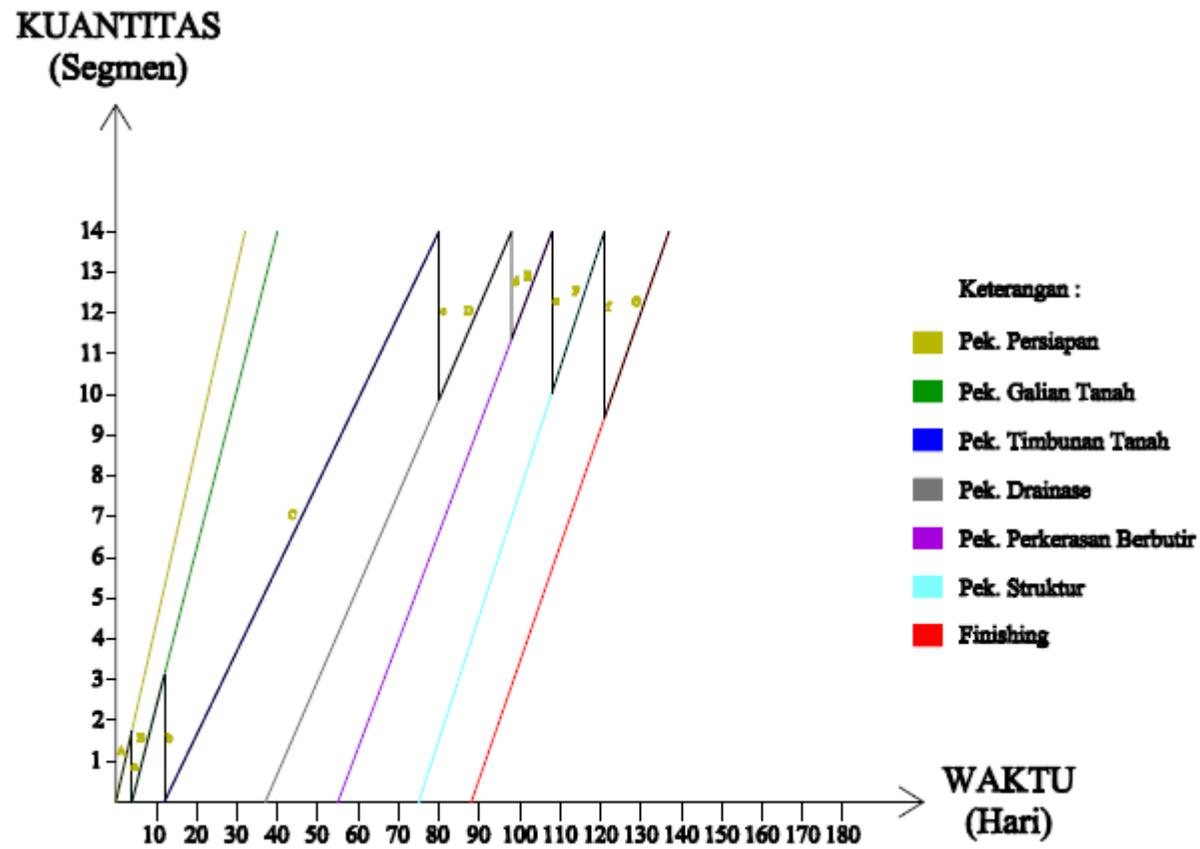
Gambar L-8.2 *Trial Percepatan Pekerjaan Finishing*

Lampiran 9 Grafik Akhir**Gambar L-9 Grafik Akhir**

Lampiran 10 Grafik Pengendalian Proyek



Gambar L-10.1 *Least Time and Least Distance*



Gambar L-10.2 Grafik Pengendalian Proyek

Lampiran 12 Rekapitulasi RAB Proyek Existing

Lampiran 11 Rekapitulasi RAB Proyek Existing																			
PERHITUNGAN CONTRACT CHANGE ORDER (CCO)																			
PROGRAM		:	PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN																
PEKERJAAN		:	JALAN COASTAL ROAD (TAHAP II) MULTIYEARS																
NILAI KONTRAK AWAL		:	Rp 56.923.980.000																
NILAI KONTRAK SETELAH CCO		:	Rp 36.725.156.000																
NOMOR KONTRAK		:	625/1039/DPU/IX/2016																
KONTRAKTOR		:	PT. BRAHMAKERTA ADIWIRA CABANG KALIMANTAN																
No Mata Pembayaran	Nama Pekerjaan	Sat	KONTRAK AWAL				PEKERJAAN TAMBAH				PEKERJAAN KURANG				CONTRACT CHANGE ORDER -01				Ket.
			Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Bobot %	Volume Tambah	Jumlah Harga (Rp)	Bobot %	Volume Kurang	Jumlah Harga (Rp)	Bobot %	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)	Bobot %			
DIVISI 1. UMUM																			
1.1	Papan Nama Proyek	Buah	2,00	1.029.000,00	2.058.000,00	0,004	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1.029.000,00	2.058.000,00	0,004	Tetap	
1.2	Mobilisasi	Ls	1,00	135.412.000,00	135.412.000,00	0,262	-	-	-	-	-	-	-	1,00	135.412.000,00	135.412.000,00	0,262	Tetap	
1.8.a	Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	Ls	1,00	9.000.000,00	9.000.000,00	0,017	-	-	-	-	-	-	-	1,00	9.000.000,00	9.000.000,00	0,017	Tetap	
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	37.772.988,00	37.772.988,00	0,073	-	-	-	-	-	-	-	1,00	37.772.988,00	37.772.988,00	0,073	Tetap	
Jumlah					184.242.988,00	0,36										184.242.988,00			
DIVISI 2. DRAINASE																			
2.1	Galian untuk sekokan Drainase dan Sal Air	MP	4.284,50	28.943,11	124.006.754,80	0,240	-	-	1.972,90	57.101.861,72	0,110	2.311,60	28.943,11	66.904.893,08	0,129	Berkurang			
2.2	Pasangan Batu dan Mortar	MP	1.120,00	828.315,50	927.713.360,00	1,793	279,60	231.597.013,80	0,448	-	-	1.399,60	828.315,50	1.159.310.373,80	2,240	Bertambah			
2.4(3)	Pipa Berlangkang Banyak (Perforated Pipe) u/ Pekerjaan Drainase Bwh	MP	3.604,00	82.769,35	298.300.737,40	0,576	-	-	-	3.262,00	269.993.619,70	0,522	342,00	82.769,35	28.307.117,70	0,055	Berkurang		
Jumlah					1.350.020.852,20	2,61		231.597.013,80	0,448		327.095.481,42	0,63				1.254.522.384,58			
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH																			
3.1.(1)	Galian Biasa	MP	1.378,50	43.900,02	60.516.177,57	0,117	37.495,83	1.646.067.467,42	3,181	-	-	-	38.874,33	43.900,02	1.706.583.644,99	3,298	Bertambah		
3.2.(1)	Timbunan Biasa dari selain Galian Sumber Bahan	MP	122.500,00	115.913,25	14.199.373.125,00	27,439	-	-	57.499,70	6.664.976.961,20	12,879	65.000,30	115.913,25	7.534.396.163,80	14,559	Berkurang			
3.2.(2) a	Urugan Pasir	MP	77,72	159.735,42	12.414.317,37	0,024	-	-	51,04	8.153.534,78	0,016	26,67	159.735,42	4.260.782,59	0,008	Berkurang			
3.3	Penyiapan Badan Jalan	MP	88.750,00	1.940,86	172.251.325,00	0,333	-	-	34.990,00	67.910.691,40	0,131	53.760,00	1.940,86	104.340.633,60	0,202	Berkurang			
Jumlah					14.444.554.944,94	27,91		1.646.067.467,42	3,18		6.741.041.187,38	13,03				9.349.581.224,97			
DIVISI 5. PEKERJAAN BERBUTIR																			
5.1.(2) a	Lapis Pondasi Agregat Kelas B (Ex. Pahu)	MP	10.200,00	667.708,66	6.810.628.332,00	13,161	-	-	2.370,00	1.582.469.524,20	3,058	7.830,00	667.708,66	5.228.158.807,80	10,103	Berkurang			
5.3.(1) b	Perkerasan Beton Semen Fc = 25 Mpa (K-300)	MP	3.236,04	2.493.661,34	8.069.587.842,69	15,594	-	-	1.220,04	3.042.366.581,25	5,879	2.016,00	2.493.661,34	5.027.221.261,44	9,715	Berkurang			
Jumlah					14.880.216.174,69	28,75				4.624.836.105,45	8,94					10.255.380.069,24			
DIVISI 7. STRUKTUR																			
7.1.(5) a	Beton mutu sedang dengan f'c=20 MPa K-250 (Concrete Mixer)	MP	1.850,90	1.974.472,14	3.654.543.079,66	7,062	-	-	1.638,08	3.234.345.791,19	6,250	212,82	1.974.472,14	420.197.288,47	0,812	Berkurang			
7.1.(6)	Beton mutu rendah dengan f'c=15 MPa (K-175)	MP	490,72	1.593.361,77	781.891.301,05	1,511	-	-	464,04	739.389.969,20	1,429	266,7	1.593.361,77	42.501.331,85	0,082	Berkurang			
7.1.(7) a	Beton mutu rendah dengan f'c=15 MPa (K-175) U/ Lean Concrete	MP	1.078,68	1.284.778,96	1.385.865.368,57	2,678	-	-	406,68	522.493.907,45	1,010	672,00	1.284.778,96	863.371.461,12	1,668	Berkurang			
7.3.(1)	Baja Tulangan BJ 24 Palas	Kg	210.470,77	16.600,11	3.493.837.968,47	6,751	-	-	210.470,77	3.493.837.968,47	6,751	52.791,79	16.600,11	876.349.491,64	1,693	Berkurang			
7.6.(1)	Pondasi Cerdak, Penyediaan dan Pemancangan	MP	20.478,00	49.973,83	1.023.364.090,74	1,978	-	-	2.378,00	118.837.767,74	0,230	18.100,00	49.973,83	906.526.333,00	1,748	Berkurang			
7.8	Geotekstil Untuk Perkuatan Tanah	MP	60.000,00	138.886,73	8.333.203.800,00	16,103	3.869,50	537.422.201,74	1,039	-	-	63.869,50	138.886,73	8.870.626.001,74	17,142	Bertambah			
Jumlah					18.672.705.608,49	36,08		537.422.201,74	1,039		8.108.905.404,05	15,67				11.977.571.897,83			
DIVISI 8. PENGEMBALAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR																			
8.4.(10)	Kerb Pracetak	MP	6.800,00	218.338,21	1.484.699.828,00	2,869	-	-	5.680,00	1.240.161.032,80	2,396	1.120,00	218.338,21	244.538.795,20	0,473	Berkurang			
8.4.(12)	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	MP	7.480,00	97.945,60	732.633.088,00	1,416	-	-	6.248,00	611.964.108,80	1,183	1.232,00	97.945,60	120.668.979,20	0,233	Berkurang			
Jumlah					2.217.332.916,00	4,28				1.852.125.141,60	3,579					365.207.774,40			
JUMLAH					51.749.073.484,32	100,00		2.415.086.682,95	4,67		21.654.003.319,90	41,84				33.386.506.339,02		64,52	
PPN 10%					5.174.907.348,43			241.508.668,30			2.165.400.331,99					3.338.650.633,90			
JUMLAH TOTAL					56.923.980.832,75			2.656.595.351,25			23.819.403.651,89					36.725.156.972,92			
DIBULATKAN					56.923.980.000,00			2.656.595.000,00			23.819.403.000,00					36.725.156.000,00			

Lampiran 13 Gambar Pelaksanaan Di Lapangan



Gambar L-13.1 Penggalian Tanah



Gambar L-13.2 Ruas 2



Gambar L-13.3 Ruas 3



Gambar L-13.4 Ruas 4