

## BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

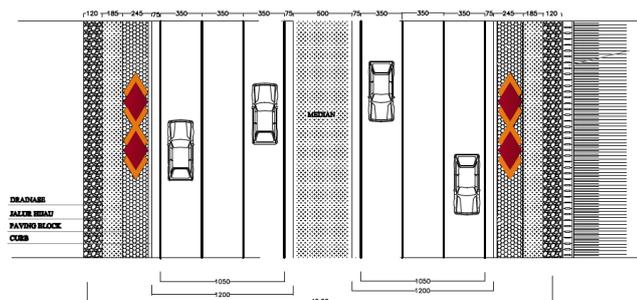
### 5.1 Data Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan analisis data proyek. Data penelitian diambil dari Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II Multiyears di Kalimantan Timur yang merupakan hasil wawancara dengan salah satu pelaksana proyek.

1. *Time Schedule*.
2. Gambar Kerja.
3. Rencana Anggaran Biaya.
4. Durasi pekerjaan, jumlah pekerja, jumlah hari kerja, jam kerja perhari, urutan pekerjaan, hubungan keterkaitan antar aktifitas pekerjaan dan waktu penundaan dari jenis pekerjaan tersebut.

Proyek ini akan dibangun jalan baru sepanjang 1.400 meter dengan 3 lajur 2 jalur, lebar jalan 3 meter, lebar median 5 meter, lebar trotoar 2,5 meter dan jalur hijau 3 meter. Perencanaan *existing* pembangunan jalan tersebut dibagi menjadi 4 ruas. Pelaksanaan yang ditentukan oleh pelaksana proyek berpatokan pada penyelesaian per ruas dengan jarak 350 meter.

Durasi pekerjaan dapat diperhitungkan dengan data yang ada, diambil contoh pada jenis pekerjaan perkerasan beton K-300 dalam 1 segmen pada gambar 5.1 dan perhitungan durasi pekerjaan sebagai berikut.



**Gambar 5.1 Tampak Atas Jalan**  
(Sumber: Data Lapangan, 2018)

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 <sup>3</sup>
5. Isi truck molen (asumsi)	= 5 m <sup>3</sup>
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*

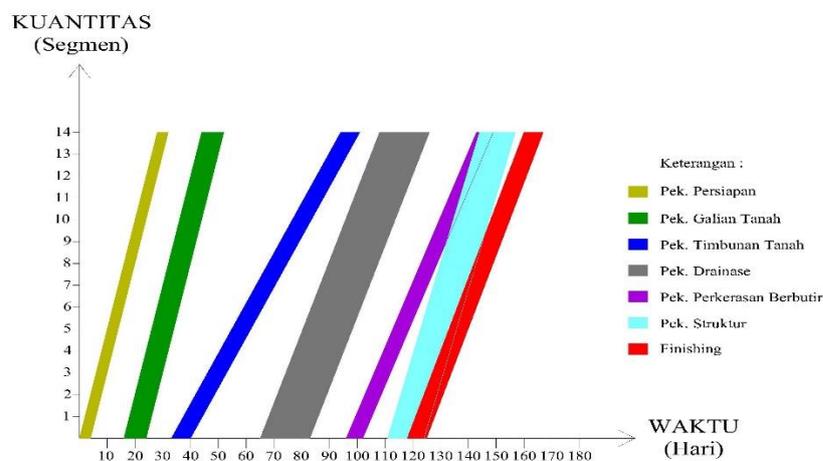
Berdasarkan perhitungan memulainya pekerjaan segmen 1 hingga segmen 14, maka langkah selanjutnya untuk membuat diagram LSM yaitu dengan rekapitulasi data hari memulai pekerjaan dan durasi yang sesuai dengan urutan kelompok kerja. Adapun rekapitulasi mulai pekerjaan persegmen dapat dilihat pada tabel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

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Mulai Pekerjaan Persegmen**

Kelompok Pekerjaan	Durasi Jenis Pekerjaan Persegmen	Start Segmen Ke 1	Start 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.

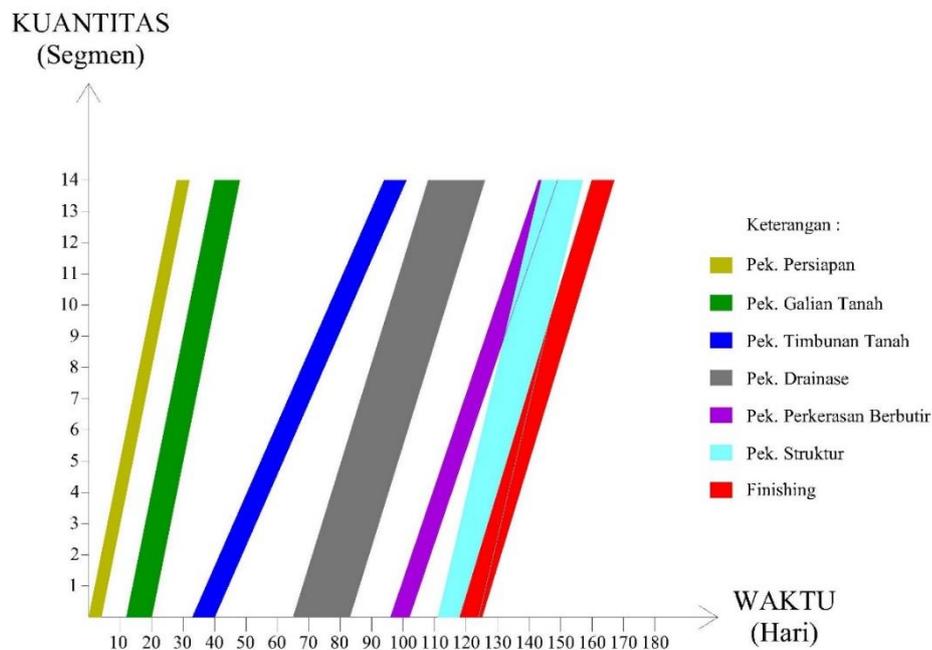
Dalam menentukan waktu *trial* percepatan, perlu di perhatikan kembali lebar diagram. Karena dengan melihat lebar diagram tersebut, dapat ditentukan perkiraan waktu percepatan yang tepat sehingga memudahkan dalam menentukan angka kisaran percobaan percepatan yang dilakukan. Adapun *trial* percepatan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



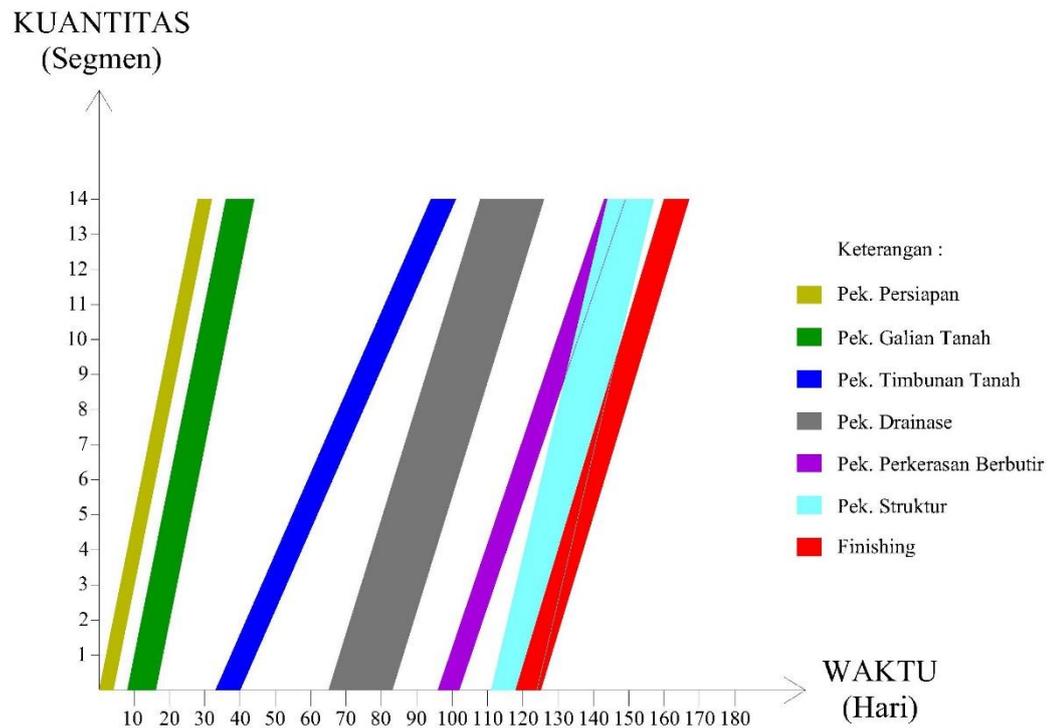
**Gambar 5.3 *Trial* Percepatan Selama 4 Hari Pertama**

(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.

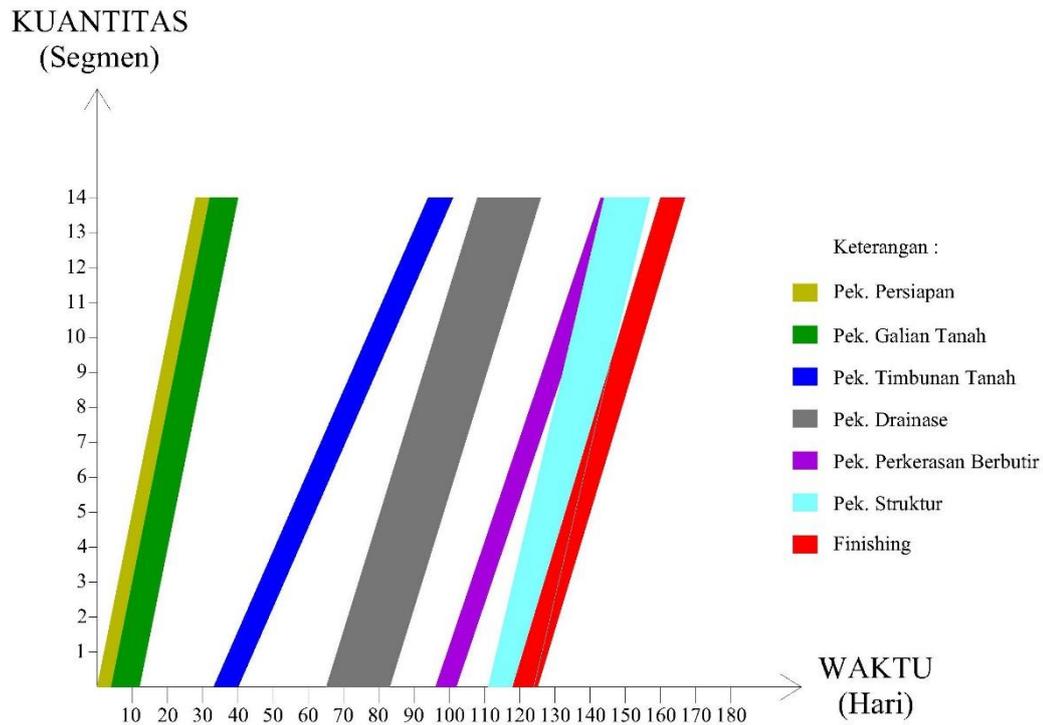


**Gambar 5.4 Trial Percepatan Selama 4 Hari Kedua**

(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**

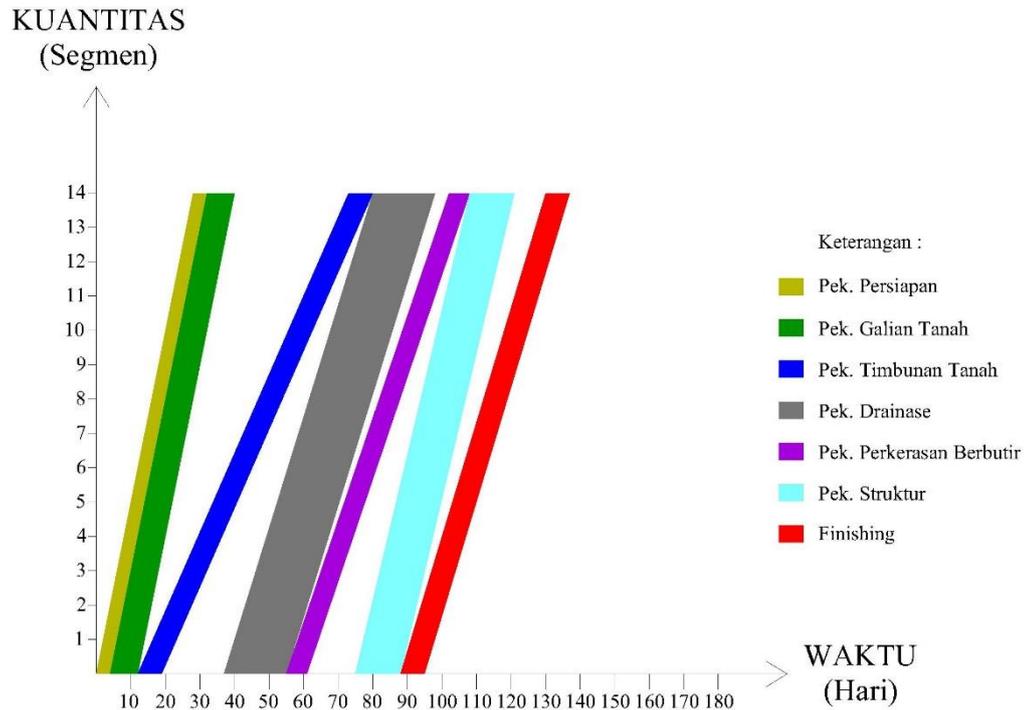
Keterangan		LSM Awal				LSM Setelah Percepatan			
Kelompok Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Durasi Pekerjaan Persegmen	Start Segmen ke 1	Start Segmen ke 14	Finish	Percepatan Kumulatif	Start Segmen ke 1	Start Segmen ke 14	Finish
		(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)	(hari)
1	Pekerjaan Persiapan	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.

### 1.5 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.

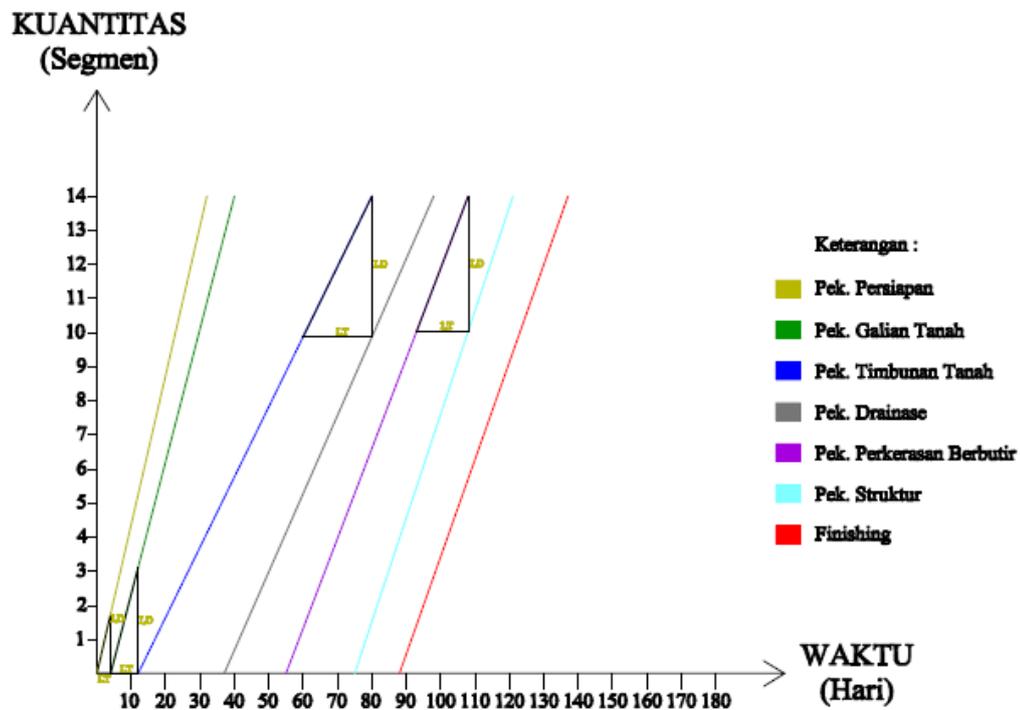
#### 1. *Least Time*.

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

#### 2. *Least Distance*.

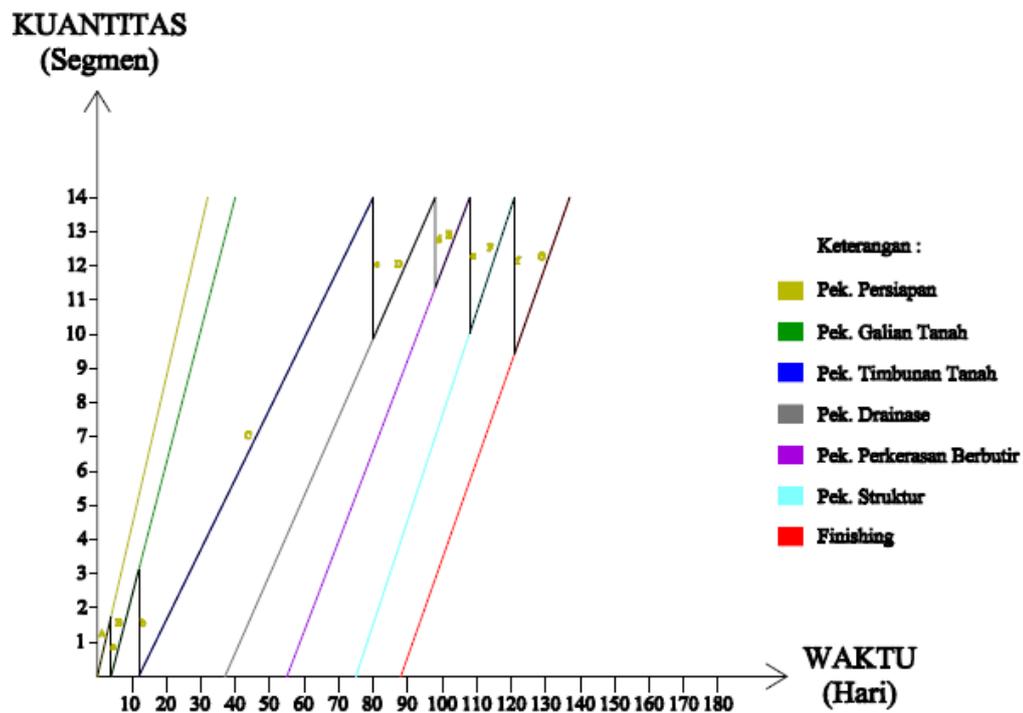
Jarak terpendek antar jenis pekerjaan ditentukan berdasarkan pengalaman di lapangan yaitu 100 meter.

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)

## 1.6 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 <sup>2</sup>	
	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 <sup>2</sup>	
	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 <sup>2</sup>	
	Produksi Pekerjaan / hari	Qt	26.057,12	m <sup>2</sup> /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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	38.874,33	44.179,63	1.717.453.483,99
2	Galian Drainase Menggunakan Excavator	M <sup>3</sup>	2.311,60	29.024,28	67.092.519,38
3	Persiapan dan Penggelaran Geotekstil	M <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	1.399,60	839.406,58	1.174.833.447,58
2	Pipa Berlubang Banyak Untuk Pekerjaan Drainase	M <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	26,67	159.606,24	4.257.336,72
5	Pekerjaan Beton Mutu Rendah K-175	M <sup>3</sup>	26,67	1.661.781,60	44.326.362,32
6	Pekerjaan Beton Mutu Sedang K-250	M <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	1.120,00	216.483,64	242.461.682,19
2	Perkerasan Blok Beton Pada Trotoar dan Mendian	M <sup>3</sup>	1.232,00	96.250,13	118.580.154,55
	JUMLAH				361.041.836,74
<b>TOTAL</b>					33.471.162.685,84
<b>PPN 10%</b>					3.347.116.268,58
<b>JUMLAH TOTAL</b>					36.818.278.954,42
<b>DIBULATKAN</b>					36.818.278.000,00

(Sumber: Analisis Data, 2018)

## 1.7 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.