

# ANALISIS PENJADWALAN ULANG DENGAN MENGGUNAKAN LSM (LINEAR SCHEDULING METHOD/ LINE OF BALANCE)

Dimas Satya Dwinka<sup>1</sup> dan Fitri Nugraheni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

E-mail : [dimassatya3@gmail.com](mailto:dimassatya3@gmail.com)

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

E-mail : [fitri.nugraheni@uii.ac.id](mailto:fitri.nugraheni@uii.ac.id)

**Abstract** *The construction project is a series of complex construction activities. There are three important things that must be considered in a construction project, namely time, cost, and quality. The selection of scheduling methods that are in accordance with the types and characteristics of construction projects is very important to ensure the smooth running of a project. A construction project that has a large volume but with activity items that are less likely to have repetitive work activities. The scheduling method that corresponds to the type of construction project is the LSM method (linear scheduling method / line of balance). This research is classified into a compostive descriptive study with the object of research is the Hotmix Package I Periodic Maintenance Project in Kepahiang Regency, Bengkulu Province, while the subject being reviewed is the rescheduling analysis of the Hotmix Package I Road Development Project using the LSM method. Based on the analysis and calculations that have been done, the results are obtained on the existing scheduling of the implementation of the Keban Agung-Bukit Menyan road , Cinto Mandi-Limbur Lama road, and Simpang Cinto Mandi-Cinto Mandi road maintenance project for completion of 6.050 Km taken 276 days or around 46 weeks . While the scheduling using the LSM acceleration method only takes 196 days or about 27 weeks for the 3 road sections. It means the project will be faster if using the Liniear Schedulling Method, with a very significant difference in duration of 19 weeks. LSM use labor more effectively because of the grouping of workers in each type of work. Where later if one group of work is completed the workforce can be used for the next job, so that the process of working on the type of work becomes more efficient and faster. Liniear Scheduling Method making its scheduling must be in accordance with the rules, which is where each of them has no time lag and intersection / collision between work sessions.*

**Keywords:** *Linear Scheduling Method, Line of Balance, Project Scheduling, Construction Project*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan pembangunan yang kompleks. Ada tiga hal penting yang harus diperhatikan pada proyek konstruksi, yaitu waktu, biaya, dan mutu. Oleh karena itu, manajemen proyek atau pengelolaan proyek mutlak diperlukan dalam pembangunan proyek konstruksi. Waktu dalam perencanaan pengerjaan konstruksi sangatlah penting agar perencanaan pengerjaan proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana. Biaya

dalam perencanaan pun harus sesuai dan tepat agar tidak terjadi kekurangan biaya pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Selanjutnya mutu konstruksi adalah elemen dasar yang harus dijaga dalam pelaksanaannya, namun faktanya sering terjadi pembengkakkan biaya dan keterlambatan waktu pelaksanaan.

Tiga tahapan penting pada pengerjaan suatu proyek, yaitu tahap perencanaan, penjadwalan, dan tahap pengkoordinasian. 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 perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak dapat dipastikan dapat ditepati. Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan *Hotmix* Paket I di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu, berdasarkan pertimbangan karena pada pelaksanaan proyek tersebut mengalami keterlambatan sehingga perlu dilakukan *reschedule* untuk menentukan metode yang lebih baik dan sesuai, serta karena karakteristik proyek tersebut yang merupakan proyek pemeliharaan sehingga dalam pengerjaannya terjadi pengulangan, berdasarkan karakteristik tersebut metode *BarChart* kurang efisien dikarenakan pada pengerjaan konstruksi jalan lebih baik menggunakan metode penjadwalan linier.

### 1.2 Tinjauan Pustaka

Penelitian – penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penjadwalan ulang menggunakan LSM dapat dilihat dibawah ini.

1. Zahendra (2018) Analisis Biaya dan Waktu antara Penjadwalan dengan *Barchart* dan *Linear Schedule Method* pada Proyek Pembangunan Jalan Coastal Road Tahap II *Multiyears*.
2. Prasetyo (2017) Analisis Penjadwalan ulang waktu pelaksanaan Proyek Jalan dengan *Line Of Balance* pada Proyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW 1 - RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang.
3. Sanjaya dan Prawira (2014) Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (*line of balance*) pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence.
4. Nugraheni (2004) Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan

Memanfaatkan *line of balance* pada Proyek Perumahan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui durasi perencanaan penyelesaian proyek dengan menggunakan metode Penjadwalan Linier dalam Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan *Hotmix* Paket I di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu.
2. Membandingkan penjadwalan baru yang dibuat oleh peneliti menggunakan metode penjadwalan linier dengan penjadwalan *existing* proyek dalam studi kasus Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan *Hotmix* Paket I di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu.
3. Untuk mengetahui solusi agar penjadwalan LSM tersebut berjalan sesuai dengan aturan dalam pembuatan penjadwalan LSM.

### 1.4 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 meliputi *reschedule* proyek pemeliharaan berkala jalan *hotmix* Paket I di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu. Metode penjadwalan yang digunakan adalah metode penjadwalan linier.
2. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek berupa *time schedule* rencana proyek, *time schedule* amandemen proyek, laporan bulanan dan mingguan pelaksanaan proyek.
3. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk perhitungan analisis keterlambatan proyek, melakukan penjadwalan ulang serta mengetahui waktu penyelesaian proyek dan membandingkan antara penjadwalan

existing dengan penjadwalan ulang dengan menggunakan LSM.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Penjadwalan Proyek Kontruksi

Ketepatan dalam menyelesaikan suatu proyek adalah merupakan indikator kesuksesan suatu proyek disamping biaya, keselamatan kerja dan kualitas, namun dalam proyek repetitif lebih difokuskan pada kuantitas, dimana unit yang dikerjakan merupakan produk massal. Penjadwalan proyek sebaiknya sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi yang dikerjakan serta kondisi lapangan pada waktu pelaksanaan dan dapat dengan mudah dimonitoring tiap waktu. Secara garis besar, terdapat beberapa metode penjadwalan proyek, yaitu *Bar Chart*, Metode *Network Diagram* (CPM, PDM, PERT), dan Metode Penjadwalan Linier (*Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram*).

### 2.2 *Bar Chart* (Bagan Balok)

*Bar Chart* (Bagan Balok) telah ada sejak abad ke-19 berupa grafik/chart yang menggambarkan *work vs time*, pertama kali diperkenalkan oleh Henry L. Gantt sehingga sering disebut juga dengan nama *Gantt Chart*. *Gantt* menciptakan teknik ini untuk memeriksa perkiraan durasi tugas *versus* durasi aktual sehingga dengan melihat sekilas, pemimpin proyek dapat melihat kemajuan pelaksanaan proyek. *Bar Chart* mencantumkan daftar aktivitas proyek beserta waktu mulai dan waktu penyelesaiannya. Secara visual *Bar Chart* menunjukkan kapan dan berapa lama berbagai tugas berlangsung dalam sebuah proyek pengembangan, beserta kebutuhan sumber daya pekerjaanya.

#### 2.2.1 Format *Bar Chart*

Menggunakan balok horisontal untuk menggambarkan kegiatan. Panjang balok menyatakan durasi lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. *BarChart* terdiri dari sumbu *y* yang menyatakan kegiatan atau paket kerja, digambarkan dengan balok, dan sumbu *x* yang menyatakan satuan waktu dalam

hari, minggu, atau bulan sebagai durasi. Pada *BarChart* juga dapat ditentukan *milestone* atau tonggak kemajuan sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktifitas proyek secara keseluruhan.

### 2.3 Metode Penjadwalan Linier (LSM)

Metode penjadwalan linier adalah cara alternatif dalam melakukan penjadwalan proyek berulang yang pada umumnya menggunakan metode jaringan. Proyek berulang tersebut terdapat dua kategori. Kategori pertama adalah proyek proyek yang berulang karena pengulangan seragam dari unit kerja selama proyek berlangsung (seperti beberapa unit rumah yang serupa, atau segmen-segmen lantai bangunan bertingkat), sedangkan kategori kedua adalah proyek yang harus berulang-ulang karena geometris *layout* (seperti ruas-ruas jalan raya dan proyek pipa).

#### 2.3.1 *Line of Balance* (LoB)

Pada mulanya *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 sejenis, diketahui 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) untuk perencanaan dan pengendalian proyek, di mana produktifitas sumber daya dipertimbangkan sebagai bagian yang penting. LoB merupakan metode yang menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus.

### 2.3.2 Teknik Perhitungan *Line of Balance (LoB)*

Perhitungan *Line of Balance* terdapat beberapa perhitungan yang perlu ditentukan untuk membuat penjadwalan *Line of Balance* diantaranya adalah sebagai berikut:

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

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{pekerjaan unit per minggu}$$

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

$$N = M \times \text{Unit target mingguan jam kerja}$$

- 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).

$$A = n \times H$$

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

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

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

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

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

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

### 2.3.3 Kekurangan *Line of Balance (LoB)*

Metode ini tidak siap terhadap perubahan lingkungan konstruksi dan kompleksitasnya sehingga jumlah informasi dan tingkat kompleksitas hanya terbatas, terutama jika metode ini digunakan untuk memantau kemajuan.

### 2.3.4 *Buffer*

*Buffer* adalah penentu seberapa dekat suatu aktivitas dengan aktivitas pengikutnya diperbolehkan saat dikerjakan. Tujuan pemberian *buffer* oleh para perencana adalah untuk meminimalisir risiko terjadi *conflict*/interfensi yang menyebabkan *idle time* sumber daya.

*Buffer* terdiri dari *Time Buffer* dan *Space Buffer*. *Time Buffer* adalah suatu jarak horisontal yang diberikan pada suatu aktivitas dengan aktivitas pengikutnya sehingga aktivitas pengikut diperkenankan dikerjakan setelah mencapai suatu durasi tertentu. Sedangkan *Space/Location Buffer* adalah suatu jarak vertikal yang diberikan pada suatu aktivitas dengan aktivitas pengikutnya sehingga aktivitas pengikut diperkenankan dikerjakan setelah mencapai suatu jumlah tertentu.

### 2.4 Implementasi penjadwalan *Bar-chart* dan LSM pada proyek konstruksi jalan

Linear Scheduling Method adalah salah satu metode yang dikembangkan untuk diaplikasikan pada proyek konstruksi yang bersifat linier. Proyek yang bersifat linier adalah proyek yang kegiatan-kegiatan atau pekerjaan dalam proyek tersebut dilakukan secara berulang dan berurutan dari suatu lokasi ke lokasi berikutnya, contohnya proyek pembangunan jalan.

### 3. METODE PENELITIAN

Objek yang ditinjau pada penelitian ini adalah Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan *Hotmix* Paket I di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu, sedangkan subjek yang ditinjau adalah analisis penjadwalan ulang Proyek Pembangunan Jalan *Hotmix Paket I* dengan menggunakan metode LSM (*Linear Scheduling Method*).

Dalam tahap penelitian analisis data dan pembahasan akan dijelaskan beberapa hal yang harus dianalisis dan dihasilkan. Berikut masing-masing penjelasannya.

- Konversi penjadwalan *existing* ke *barchart*  
 Dari penjadwalan *existing* dikonversikan ke *barchart* agar diketahui durasi waktu pelaksanaan perencana, agar dapat dibandingkan dengan penjadwalan LSM yang baru.
- Pembuatan jadwal dengan menggunakan metode penjadwalan linier (LSM)  
 Setelah dikonversi ke *barchart*, selanjutnya di *reschedule* dengan menggunakan metode penjadwalan linier (LSM).
- Perbandingan antara jadwal *existing* dengan metode penjadwalan linier (LSM)  
 Membandingkan mana yang lebih efisien waktu secara penjadwalan dan pelaksanaan antara penjadwalan *existing* dengan metode penjadwalan linier (LSM) untuk proyek konstruksi jalan seperti ini.
- Untuk mengetahui durasi penyelesaian proyek dengan menggunakan metode linier (LSM) pada proyek tersebut.
- Mencari solusi yang tepat untuk metode penjadwalan LSM berjalan sesuai dengan aturan pembuatan penjadwalan LSM.
- Menarik kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang dihasilkan dari metode yang digunakan.

#### 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil

Diambil salah satu contoh ruas jalan untuk dilakukan trial.

##### 4.1.1 Trial percepatan pada diagram pekerjaan tanah.

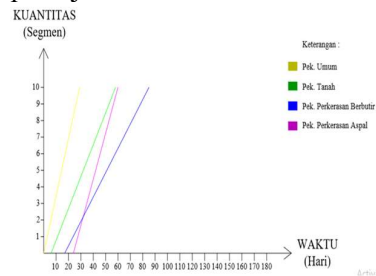
Pada pekerjaan galian tanah yang masih terjadi jeda waktu antar jenis pekerjaan dimana pekerjaan tanah dimulai pada hari ke 8. Setelah pengamatan dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa *trial* percepatan yang

dilakukan. Diambil salah satu contoh diagram awal pada pekerjaan ruas jalan keban agung – bukit menyan.



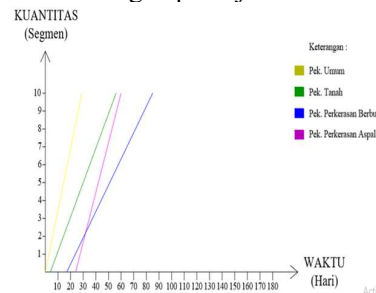
Grafik 4.1 diagram LSM awal jalan keban agung – bukit menyan

- Percepatan selama 2 hari  
 Percepatan dilakukan selama 2 hari pertama dikarenakan adanya jeda waktu antara pekerjaan umum dengan pekerjaan tanah.



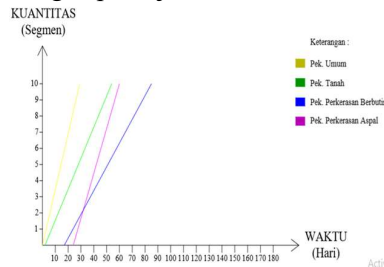
Gambar 4.2 trial percepatan 2 hari pertama

- Percepatan selama 2 hari  
 Percepatan dilakukan lagi selama 2 hari dikarenakan masih ada jeda waktu antara pekerjaan umum dengan pekerjaan tanah.



Gambar 4.3 trial percepatan 2 hari kedua

- c. Percepatan selama 2 hari  
Percepatan dilakukan lagi selama 2 hari dikarenakan masih ada jeda waktu antara pekerjaan umum dengan pekerjaan tanah.

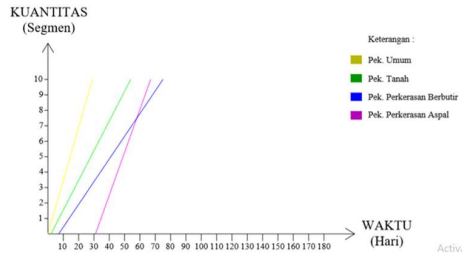


**Gambar 4.4 trial percepatan 2 hari ketiga**

#### 4.1.2 Trial penundaan Pada Metode LSM

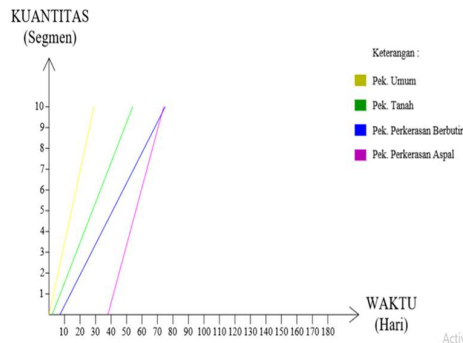
Pada pekerjaan aspal yang masih terjadi perpotongan garis antar jenis pekerjaan. Setelah pengamatan dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa *trial* penundaan yang dilakukan.

- a. Penundaan selama 7 hari



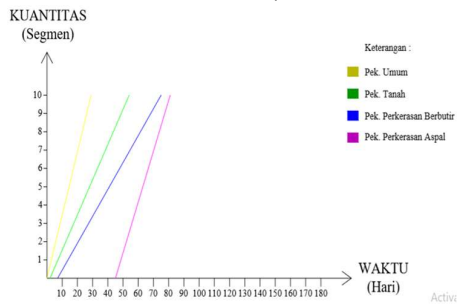
**Gambar 4.5 penundaan selama 7 hari pertama**

- b. Penundaan selama 7 hari



**Gambar 4.6 penundaan selama 7 hari kedua**

- c. Penundaan selama 7 hari



**Gambar 4.7 penundaan selama 7 hari ketiga**

Berikut contoh perhitungan percepatan dan penundaan dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

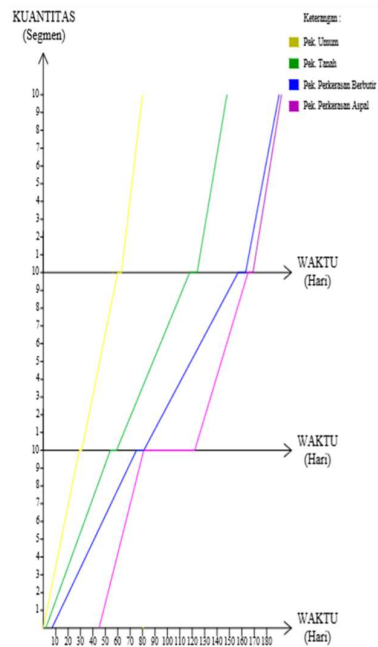
1. Percepatan pada pekerjaan tanah dengan perhitungan sebagai berikut.  
Percepatan =  $start\ day\ segmen\ 1 - durasi\ pekerjaan$   
 $= 8 - 2$   
 $= 6\ hari$

Percepatan dilakukan apabila ada jeda waktu yang cukup signifikan antar sesi pekerjaan.

2. Penundaan pada pekerjaan aspal  
Penundaan =  $finish\ segmen\ setelah\ percepatan/penundaan - finish\ awal$   
 $= 81 - 63$   
 $= 18\ hari$

Penundaan dilakukan apabila ada perpotongan garis antar sesi pekerjaan.

Setelah dilakukan percepatan dan penundaan didapatkan waktu penyelesaian proyek ke 3 ruas jalan selama 194 hari. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.8 Diagram LSM 3 ruas jalan**

#### 4.2 Pembahasan

Pada penjadwalan *existing* pelaksanaan proyek pemeliharaan Jl. Keban Agung - Bukit Menyan, Jl. Cinto Mandi - Limbur Lama, dan Jl. Simpang Cinto Mandi - Cinto Mandi menggunakan penjadwalan dengan metode konvensional yang hanya berpedoman pada kurva-s proyek. Diketahui dari jadwal *existing* proyek untuk penyelesaian 6,050 Km pemeliharaan jalan diperlukan waktu selama 276 hari atau sekitar 46 minggu.

Sedangkan pada penjadwalan menggunakan metode percepatan LSM hanya diperlukan waktu selama 196 hari atau sekitar 27 minggu. Artinya proyek akan lebih cepat jika menggunakan metode *Linier Schedulling Method*, dengan selisih durasi yang sangat signifikan yaitu 19 minggu. Durasi yang direncanakan oleh perencana terlalu berpatokan pada penyelesaian per ruas jalan sehingga menyebabkan total durasi yang relatif lebih lama. Jika dibandingkan, jadwal *existing* proyek

dengan penjadwalan LSM hasilnya lebih baik menggunakan LSM ini karena pekerjaan yang dilakukan berfokus pada kuantitas (km) dalam jumlah yang banyak dan pemerataan jenis pekerjaan menyebabkan durasi pengerjaan lebih cepat dan efisien.

Pada penjadwalan dengan menggunakan penjadwalan LSM yang mana antar masing-masing tidak ada jeda waktu dan perpotongan/tabrakan antar sesi pekerjaan. Jika ada ada jeda waktu dan tabrakan antar sesi pekerjaan, maka dari itu solusi dalam pembuatan penjadwalan dengan metode LSM perlu dilakukan *trial* percepatan dan penundaan agar penjadwalan LSM sesuai dengan syarat pembuatannya dan mendapatkan efisien waktu dalam perencanaannya.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Beberapa kesimpulan dan untuk menjawab tujuan penelitian, ada kesimpulannya sebagai berikut.

1. Pada penjadwalan *existing* pelaksanaan proyek pemeliharaan Jl. Keban Agung - Bukit Menyan, Jl. Cinto Mandi - Limbur Lama, dan Jl. Simpang Cinto Mandi - Cinto Mandi menggunakan penjadwalan dengan metode konvensional yang hanya berpedoman pada kurva-s proyek. Diketahui dari jadwal *existing* proyek untuk penyelesaian 6,050 Km pemeliharaan jalan diperlukan waktu selama 276 hari atau sekitar 46 minggu. Sedangkan pada penjadwalan menggunakan metode percepatan LSM hanya diperlukan waktu selama 196 hari atau sekitar 27 minggu untuk 3 ruas jalan tersebut. Artinya proyek akan lebih cepat jika menggunakan metode *Linier Schedulling Method*, dengan selisih durasi yang sangat signifikan yaitu 19 minggu.
2. Perbandingan durasi waktu perencanaan antar jadwal *existing* dengan penjadwalan LSM sangat

signifikan perbedaan durasi penyelesaiannya, yang mana penjadwalan menggunakan LSM lebih cepat, pada LSM pemanfaatan tenaga kerja lebih efektif karena adanya pengelompokan 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. Dengan syarat mempertimbangkan faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam pelaksanaannya.

3. Solusi pada penjadwalan dengan menggunakan penjadwalan LSM yang mana antar masing-masing tidak ada jeda waktu dan perpotongan/tabrakan antar sesi pekerjaan. Jika ada jeda waktu dan tabrakan antar sesi pekerjaan, maka dari itu solusi dalam pembuatan penjadwalan dengan metode LSM perlu dilakukan *trial* percepatan dan penundaan agar penjadwalan LSM sesuai dengan syarat pembuatannya dan mendapatkan efisien waktu dalam perencanaannya.

## 5.2 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 Pemeliharaan Jalan Kabupaten Kepahiang di Provinsi Bengkulu., 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.

Dalam pembuatan penjadwalan menggunakan LSM sebaiknya mempertimbangkan faktor-faktor penyebab keterlambatannya dan antar sesi pekerjaan dapat dikerjakan secara berurutan agar dalam pelaksanaannya nanti dapat berjalan sesuai dengan rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lumsden, P. 1968. *The Line of Balance Method*. Pergamon Press Ltd. Industrial Training Division. London.
- Nugraheni, Fitri. 2004. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Memanfaatkan *Line Of balance Diagram*., Universitas Islam Indonesia., Yogyakarta.
- Zahendra, Ofin. 2018. Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Penjadwalan Dengan *BarChart* Dan *Linear Scheduling Method*., Universitas Islam Indonesia., Yogyakarta.
- Prasetyo. 2017. Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan *Line of Balance*, *Tesis*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sanjaya dan Prawira. 2014. Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode *Line of Balance* dan *Diagram Method* pada Pekerjaan Berulang, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.