

STUDI EKSPLORASI METODE PENJADWALAN PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN TOL SEMARANG-SOLO RUAS UNGARAN – BAWEN

Riza Susanti^a, Lukman^b

^{ab} Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Corresponding Author:

Riza Susanti
Universitas Diponegoro,
Semarang, Indonesia
Email:
rizasusanti@live.undip.ac.id

Keywords:

Penjadwalan, Pengendalian
Proyek, CPM, PDM, LoB, Time
Chainage Diagram

Abstract: *Project planning is needed in construction project to make sure the project is having the right targeted of project namely the right quality, time and cost. One of the outputs of planning is project scheduling. In general, the usual scheduling method used is Chart Bar, Network Diagram (CPM, PDM) and Linear Scheduling Method (Line of Balance and Time Chainage Diagram). This study aims to elaborate on the most optimal scheduling on the project which is used as a case study to choose a scheduling method that fits the type and characteristics of the planned project. The research method used is descriptive comparative with case studies. Data collection is done by collecting the project road schedule then the project is analyzed by scheduling the Network Diagram (CPM, PDM) method and Linear Scheduling Method (Line of Balance and Time Chainage Diagram). The analysis results show that bar charts are still commonly used in project scheduling. Network scheduling methods diagrams are suitable for projects that are complex because they show specifically the relationships between activities. While on road projects that are used as case studies, the scheduling method that is suitable to use is a linear scheduling method because the project activities are recurring, so this method is able to directly detect activities experiencing obstacles in project implementation.*

Copyright © 2019 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Perencanaan merupakan tahapan pertama dalam siklus hidup proyek yang meliputi penetapan keputusan mengenai apa yang diharapkan untuk dikerjakan, kapan hal tersebut akan dikerjakan, siapa yang akan melaksanannya dan bagaimana sasaran tujuan akan dicapai (Arianto, 2010). Perencanaan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik proyek sangat diperlukan untuk dipergunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan serta pedoman dalam menghadapi ketidakpastian kondisi lingkungan proyek.

(Soeharto, 1995) menjelaskan karakteristik proyek konstruksi bersifat unik, artinya tidak ada proyek yang memiliki karakter sama satu dengan yang lain. Karakteristik proyek yang unik menyebabkan proyek memiliki hubungan antar kegiatan yang kompleks dan ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi internal dan eksternal sehingga menurut (Wibowo, 2001) hal ini menyebabkan durasi aktivitas memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi

Setiap proyek memiliki spesifikasi yang berbeda, kendala yang dihadapi pada setiap proyek pun berbeda. Hal ini terkadang menjadi masalah dalam pelaksanaan, permasalahan ini ditambah dengan durasi proyek yang terbatas. Sehingga perlu perhatian khusus dalam menyusun urutan-urutan rencana pelaksanaan pekerjaan atau yang lebih dikenal dengan penjadwalan proyek.

Penjadwalan proyek 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 menyelesaikan suatu proyek. Menurut Arifudin (2000) dan Arianto (2010) tahap penjadwalan sebagai salah satu alat pengendalian proyek adalah tahap yang paling menentukan berhasil/tidaknya suatu proyek, karena pada penjadwalan ada tahap penentuan ketergantungan antar aktivitas yang membangun proyek secara keseluruhan.

Pada umumnya metode penjadwalan yang biasa digunakan dalam penjadwalan waktu pelaksanaan proyek antara lain *Bar Chart*, *Network Diagram* (CPM, PDM, PERT) serta Metode Penjadwalan Linier (*Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram*). Metode penjadwalan tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga sejauh mana tingkat manfaat penggunaan metode penjadwalan tergantung dari ketepatan pemilihan metode penjadwalan. Metode penjadwalan dipilih berdasarkan dengan tipe dan karakteristik proyek yang direncanakan, penguasaan teknik maupun pemahaman aplikasinya oleh penyedia yang menerapkan di lapangan. Sehingga perumusan masalah pada penelitian ini adalah meliputi perbandingan masing-masing metode penjadwalan proyek tersebut untuk mencari karakter yang sesuai dengan sifat proyek termasuk kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode penjadwalan proyek tersebut. Sementara ruang lingkup pada penelitian ini adalah studi kasus pada proyek pembangunan jalan tol Semarang-Solo Ruas Ungaran Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng dengan metode penjadwalan yang ditinjau adalah *Barchart*, *Network Diagram* (*Critical Path Method* dan *Precedence Diagram Method*), dan metode penjadwalan linier (*Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram*).

2. DATA DAN METODE

2.1. Metode Penelitian

Penelitian yang sedang dikerjakan ini termasuk dalam penelitian studi kasus. Berdasarkan atas sifat-sifat masalah dari penelitian, rancangan penelitian ini dapat digolongkan dalam penelitian Deskriptif Komparatif (*Comparative Descriptive Research*). Dalam hal ini adalah membandingkan dan menganalisa beberapa teknik-teknik dasar penjadwalan konstruksi.

Penelitian ini dilakukan dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng yang dikerjakan oleh kontraktor PT. Adhi Karya dengan nilai kontrak awal sebesar Rp. 300.000.029.979,90 dengan jangka waktu pelaksanaan awal adalah 15 (lima belas) bulan.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, yaitu pada Proyek Pembangunan Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Paket V. Data ini diperoleh baik melalui pengamatan maupun wawancara secara langsung terhadap kondisi proyek dengan pihak-pihak terkait, antara lain staf proyek dan pelaksana lapangan. Data sekunder adalah data yang diambil secara tidak langsung. Data sekunder ini diambil melalui data-data proyek seperti *time schedule* dan kurva s proyek, laporan-laporan proyek, dan buku-buku literatur yang umumnya berupa teori, informasi, konsep dasar atau metode-metode yang dapat menunjang ataupun mendukung penelitian ini.

2.3 Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul akan dilakukan analisis data dan elaborasi penjadwalan proyek, berupa metode *Bar Chart* yang diubah ke dalam bentuk metode *CPM*, *PDM*, *Line of Balance (LoB)*, dan *Time Chainage Diagram*. Setelah dielaborasi, hasil dari penjadwalan metode *Bar Chart*, *CPM*, *PDM*, *Line of Balance (LoB)*, dan *Time Chainage Diagram* dilakukan komparasi atau perbandingan baik dari segi penggunaan, perhitungan kecepatan produksi, logika ketergantungan, lintasan kritis, hambatan/gangguan pada aktifitas kegiatan, maupun dari segi *main features*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

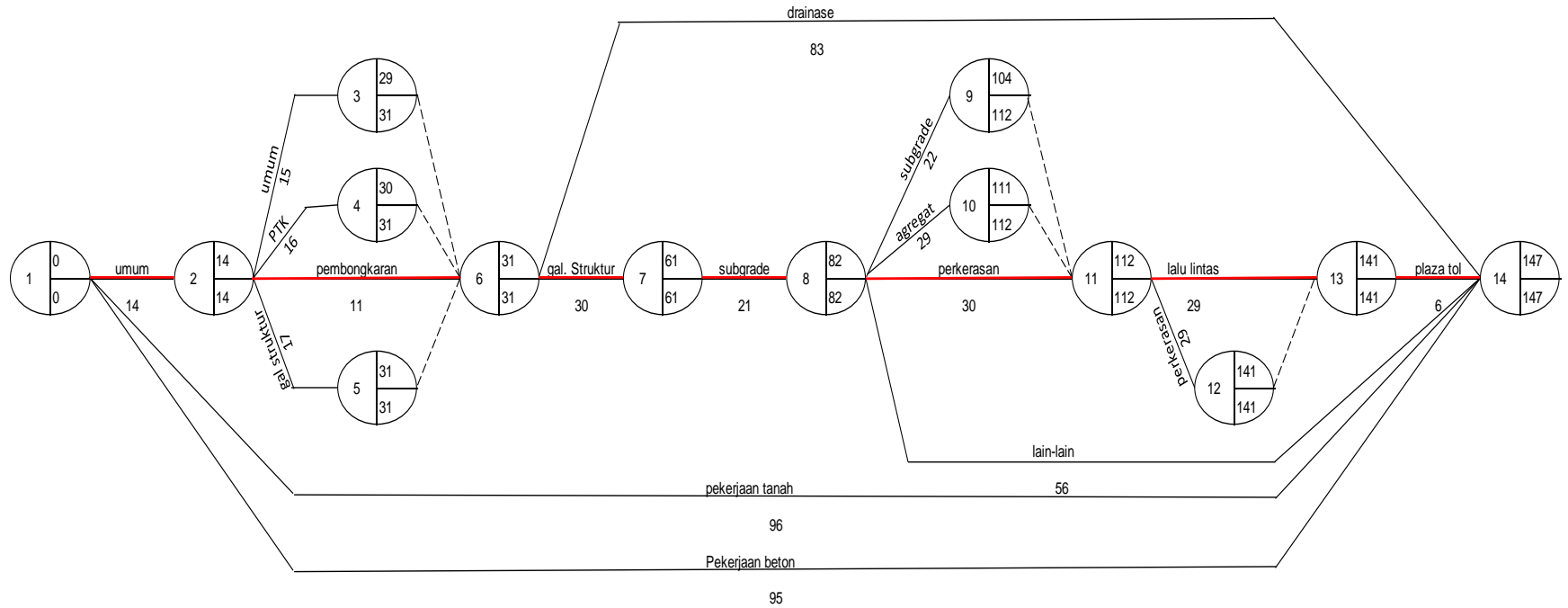
(Proboyo, 1999) menjelaskan 6 tahapan yang ada dalam proses penjadwalan adalah:

- a. Identifikasi aktivitas-aktivitas proyek
- b. Estimasi durasi aktivitas
- c. Penyusunan rencana kerja proyek
- d. Penjadwalan aktivitas proyek
- e. Peninjauan kembali jadwal yang telah dibuat
- f. Penerapan jadwal

Pada penelitian ini, penjadwalan pada Proyek Pembangunan Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Paket V akan dielaborasi lebih lanjut dengan berbagai metode penjadwalan yaitu *CPM*, *PDM*, *Line of Balance (LoB)*, dan *Time Chainage Diagram*.

3.1 Critical Path Method

CPM dibuat dengan menggunakan anak panah untuk menggambarkan kegiatan sekaligus mendeskripsikan hubungan logika ketergantungan dan node menggambarkan peristiwanya. Kemudian digunakan perhitungan maju untuk memperoleh waktu mulai paling awal dengan mengambil nilai maksimumnya, serta perhitungan mundur untuk memperoleh waktu selesai paling lambat dengan mengambil nilai minimumnya. Karakteristik dari CPM ini adalah menggunakan metode lintasan kritis (*Critical Path Method*) yaitu lintasan dengan kumpulan kegiatan yang mempunyai durasi terpanjang dan ditandai dengan *Total Float* (TF) = 0 atau $TF = LET(j) - EET(j) = LET(i) - EET(i)$. Float adalah batas toleransi keterlambatan atau waktu tenggang dari suatu kegiatan. Aturan dasar dari CPM adalah suatu kegiatan boleh dimulai apabila pekerjaan terdahulu (*predecessor*) telah selesai atau dengan kata lain hanya memiliki satu hubungan logika ketergantungan FS (*Finish to Start*) saja. CPM yang disajikan adalah berasal dari Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng. Berdasarkan penjadwalan dengan menggunakan CPM didapatkan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek adalah selama 34 (tiga puluh empat) minggu atau 238 hari kalender



Gambar 1. CPM Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng. (Analisis, 2018)

3.2 Precedence Diagram Method

PDM dituliskan dalam node yang pada umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Adapun perhitungan maju dan mundurnya pada prinsipnya mempunyai kesamaan dengan CPM. PDM adalah bentuk perkembangan dari metode perhitungan CPM, sehingga kelebihan-kelebihan yang ada pada CPM juga ada di PDM. Perbedaannya dengan CPM adalah: CPM hanya memiliki hubungan FS (*Finish to Start*) saja, sedangkan PDM memiliki empat hubungan logika ketergantungan antar kegiatan atau empat konstrain, yaitu FS (*Finish to Start*), SS (*Start to Start*), SF (*Start to Finish*), dan FF (*Finish to Finish*).

ES	Jenis Kegiatan		EF
LS	No. Keg	Durasi	LF

Gambar 2. Precedence Diagram Method

Keterangan :

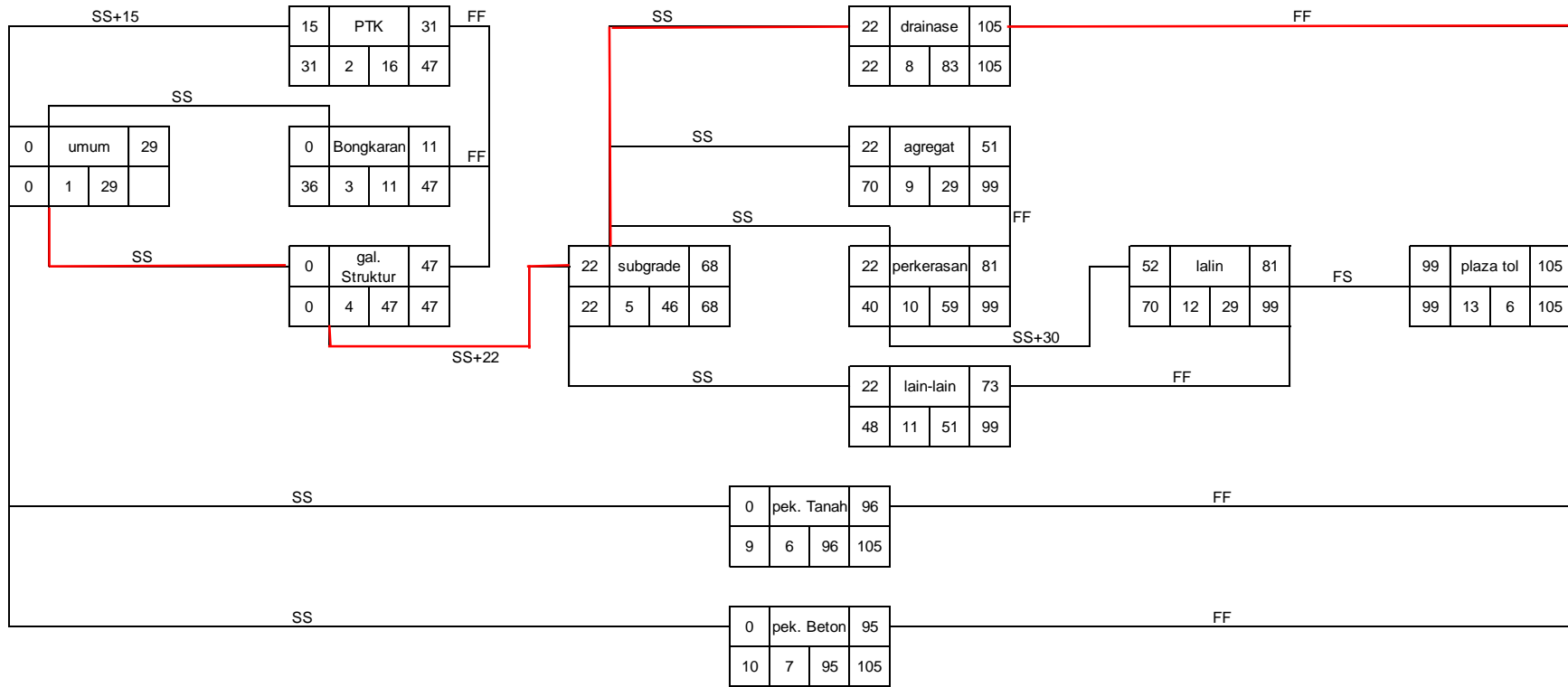
ES : Earliest Start

LS : Latest Start

EF : Earliest Finish

LF : Latest Finish

PDM yang disajikan adalah berasal dari Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng. Berdasarkan penjadwalan dengan menggunakan PDM didapatkan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek adalah selama 105 minggu.



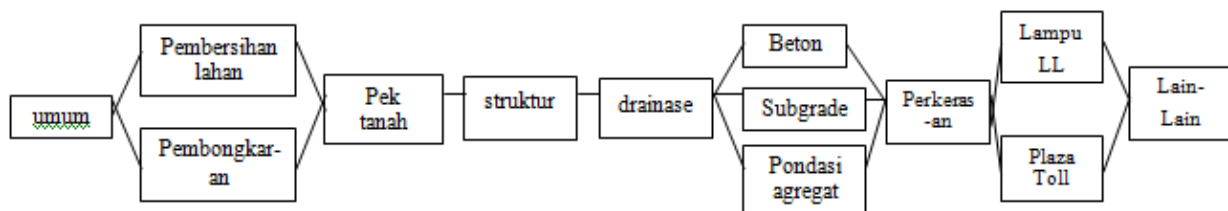
Gambar 3. PDM Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng (Analisis, 2018)

3.3 Line of Balance

Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng termasuk dalam proyek linear, dimana yang menyebabkan berulang adalah *geometric layout*-nya. Pada kasus ini metode Lob akan diaplikasikan ke dalam penjadwalan Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng. Pertama, seluruh pekerjaan jalan pada proyek ini dikelompokkan dalam 4 section. Divisi pekerjaan tiap section tersebut terdiri dari pekerjaan umum, pembersihan tempat kerja, pembongkaran, drainase, pekerjaan tanah, galian struktur, subgrade, subbase, struktur beton, perkerasan, pencahayaan lampu lalu-lintas, plaza toll dan pekerjaan lain-lain.

Tabel 1. Daftar Divisi Pekerjaan Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng (Analisis, 2018)

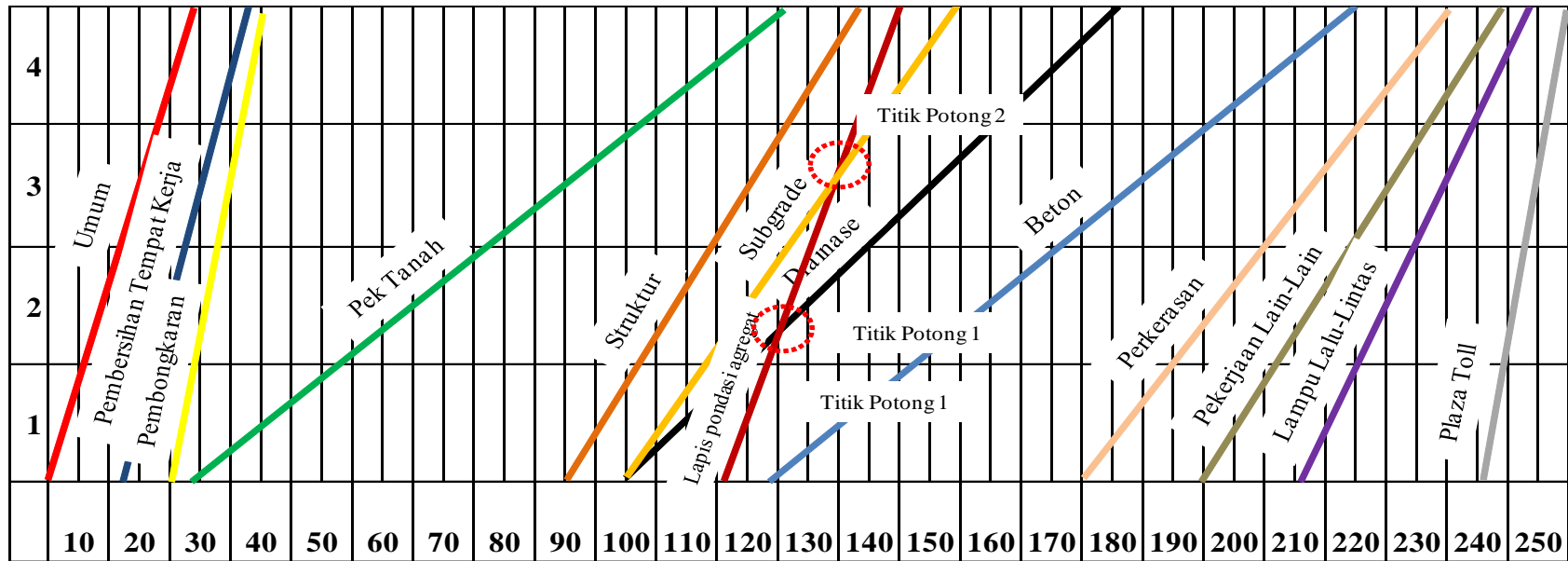
No	Activity	Duration	Duration per Cycle of Work
1.	Umum	29	8
2.	Pembersihan Tempat Kerja	16	4
3.	Pembongkaran	11	3
4.	Pekerjaan Tanah	96	24
5.	Galian Struktur	47	12
6.	Drainase	83	21
7.	Subgrade	43	11
8.	Lapis pondasi agregat	29	8
9.	Perkerasan	59	15
10.	Struktur beton	95	24
11.	Lain-lain	51	13
12.	Pencahayaan lalu lintas dan listrik	29	8



Tabel 2. LoB Schedule Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng (Analisis, 2018)

No	Activity	Duration per Cycle of Work	Total Duration	Start of Package	Finish of Package
1.	Umum	8	29	0	29
2.	Pembersihan Tempat Kerja	4	16	17	33
3.	Pembongkaran	3	11	25	36
4.	Pekerjaan Tanah	24	96	28	126
5.	Galian Struktur	12	47	91	138
6.	Drainase	21	83	103	186
7.	Subgrade	11	43	103	149
8.	Lapis pondasi agregat	8	29	117	146
9.	Struktur beton	24	95	124	219
10.	Perkerasan	15	59	175	234
11.	Lain-lain	13	51	196	247
12.	Pencahayaan lalu lintas dan listrik	8	29	213	242
13.	Pekerjaan fasilitas tol dan gerbang tol	1	6	242	248

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa untuk menyelesaikan 1 section dibutuhkan waktu 98 hari. Sehingga untuk menyelesaikan total Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng adalah 248 minggu.



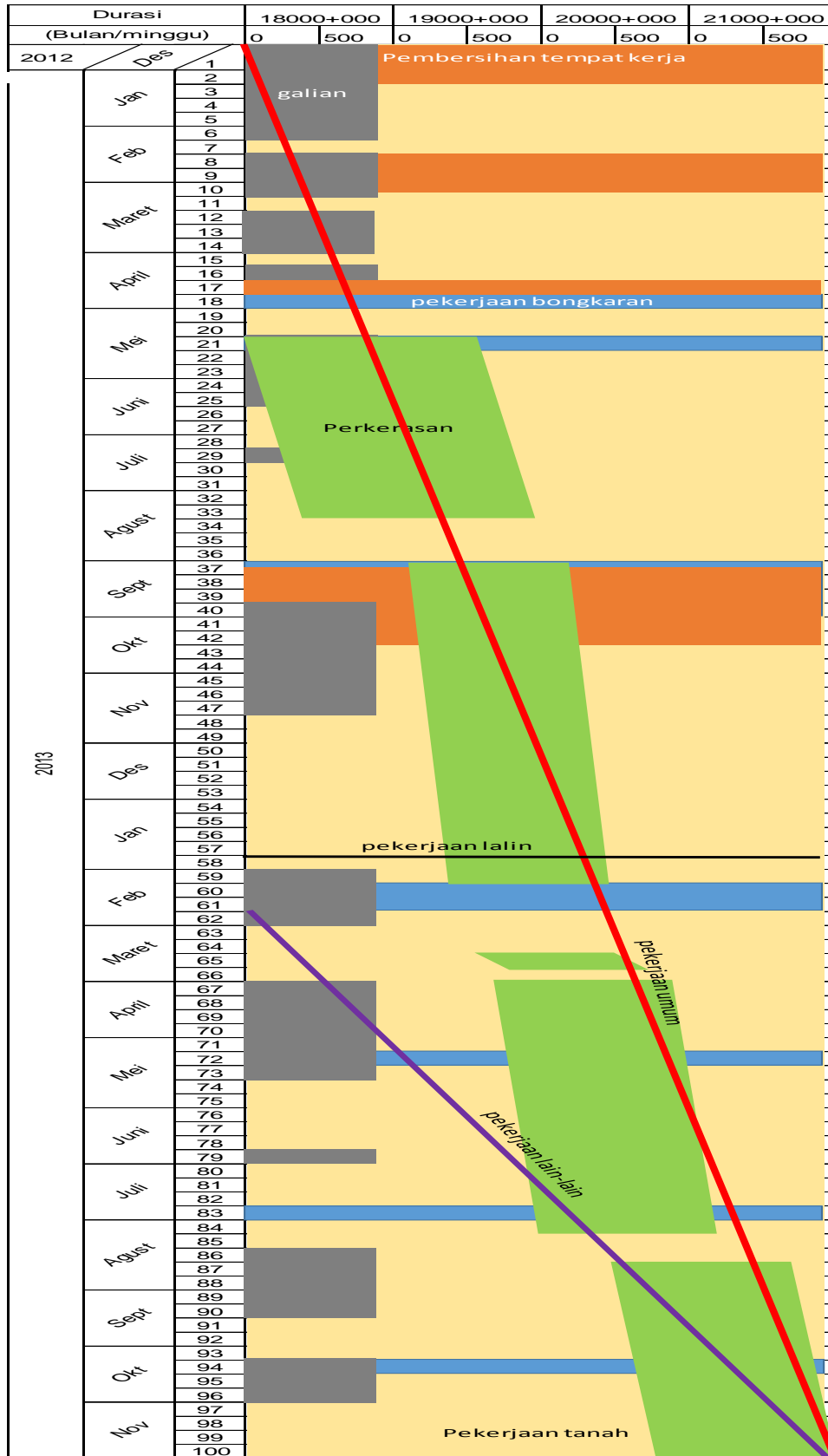
Gambar 4. Diagram LoB Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng. (Analisis, 2018)

Penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* menunjukkan bahwa ada perpotongan antara pekerjaan satu dengan yang lain, yaitu antara:

- a. Pekerjaan subgrade dan pekerjaan lapis pondasi agregat
- b. Pekerjaan lapis pondasi agregat dan drainase
- c. Pekerjaan yang berpotongan membutuhkan perhatian lebih terkait dengan alokasi sumber daya yang digunakan di proyek.

3.4 Time Chainage Diagram

Metode *Time Chainage Diagram* merupakan kombinasi dari metode LOB dengan metode *Bar Chart*, dengan item kegiatan diplotkan pada waktu sepanjang sumbu x dan jarak pada sumbu yang lain atau sebaliknya. Berdasarkan penjelasan pada tinjauan pustaka, metode *Time Chainage Diagram* biasanya menggunakan 5 (lima) bentuk dasar simbol, yaitu: garis horizontal, garis vertikal, garis miring, kotak miring, dan persegi yang masing-masing bentuk tersebut memiliki interpretasi sendiri-sendiri. Proyek yang akan dielaborasi adalah Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng dengan cara mengintrepetasikan item kegiatan ke dalam bentuk-bentuk dasar yang menjadi symbol pada *Time Chainage Diagram*, kemudian menggambarannya sesuai dengan asumsi durasi yang ada pada *Bar Chart*. Apabila terdapat kegiatan yang saling berpotongan, maka sebaiknya dihindari, antara lain dengan cara digeser waktu pelaksanaannya atau dipecah menjadi beberapa bagian atau bisa juga menjadwalkannya mulai dari *chainage* yang besar ke *chainage* yang lebih kecil sehingga penumpukan material alat dan tenaga kerja pada lokasi dan waktu yang sama dapat dihindari.



Gambar 5. Time Chainage Diagram Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Ruas Semarang-Bawen, Seksi II Ungaran-Bawen Paket V Tinalun-Lemah Ireng (Analisis, 2018)

3.5 Analisis Perbandingan Penjadwalan

(Arianto, 2010) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kekurangan masing-masing dari penjadwalan dikomparasi dari segi penggunaan metode, logika ketergantungan, lintasan kritis maupun hambatan pada aktifitas kegiatan dan *main feature* adalah sebagai berikut

Tabel 3. Analisis Perbandingan Metode Penjadwalan (Arianto, 2010)

	Metode Penjadwalan				
	Barchart	CPM	PDM	LoB	TCD
Penggunaan Metode	Dapat digunakan untuk penjadwalan semua jenis proyek, baik gedung, jalan raya dan bangunan air.	Mudah untuk dilakukan evaluasi dan monitoring	Sesuai untuk kegiatan yang banyak terjadi overlapping	Sesuai untuk proyek yang bersifat repetitive	Cocok untuk proyek jalan yang bersifat linier
Logika Ketergantungan	Tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan	Menggunakan hubungan logika ketergantungan FS	Menggunakan hubungan logika ketergantungan FS, SF, FF, FF	Tidak diketahui	Tidak diketahui
Lintasan Kritis	Tidak diketahui	Dapat diketahui	Dapat diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui
Hambatan	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Dapat menunjukan dengan mudah dan jelas dari kegiatan yang saling berpotongan	Dapat menunjukan dengan mudah dan jelas dari perpotongan antar kegiatan.
Main Feature	Bagian balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan dan sumbu x menyatakan durasi waktu	Kegiatan terletak pada anak panah diantara 2 titik	Kegiatan terletak pada titik yang saling berhubungan dengan anak panah.	Diagram dapat menunjukan tingkat penyelesaian dari unit yang sama, dimana time diplotkan pada sumbu horizontal dan unit number pada sb. Vertical atau sebaliknya.	Kombinasi dari LoB dan Barchart dengan kegiatan diplotkan pada waktu sepanjang sumbu x dan jarak atau chainage sepanjang sumbu yang lain

Lebih lanjut menurut (Laksito, 2005) metode CPM dinilai kurang efektif jika digunakan dalam penjadwalan pada proyek yang bersifat repetitif. Lebih lanjut Sutanto (2012) menyebutkan bahwa kombinasi antara penjadwalan metode line of balance dengan critical path method akan mempunyai nilai tambah lebih pada penjadwalan suatu proyek. Berdasarkan hasil eksplorasi penjadwalan maka metode yang tepat digunakan pada proyek pembangunan jalan tol seksi V adalah Time Chainage Diagram karena pada proyek jalan kegiatannya bersifat repetitive, penjadwalan dengan metode time chainage diagram akan dengan mudah menunjukkan perpotongan antar kegiatan. Sehingga dapat langsung diketahui kegiatan mana yang jadwalnya bertabrakan satu dengan lain agar mendapat perhatian khusus sehingga tidak menjadi hambatan pada proyek.

4. KESIMPULAN

Berbagai metode perencanaan dan penjadwalan proyek tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam penjadwalan proyek konstruksi, antara lain:

- *Bar Chart* bersifat visual, sederhana dan mudah untuk 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.
- CPM dan PDM memiliki keandalan dalam menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan menentukan lintasan kritis kegiatan proyek sehingga kegiatan yang menjadi prioritas apabila terjadi keterlambatan dapat diketahui, tetapi tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek.
- LoB dan *Time Chainage Diagram* 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 logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis kegiatan proyek.

Sehingga berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa metode yang paling cocok digunakan pada penjadwalan proyek pembangunan jalan tol seksi V adalah metode Time Chainage Diagram

5. REFERENSI

- Arianto, A. (2010). Line of Balance dan Time Chainage Diagram. Thesis Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro Semarang.
- Arifudin, R. (2000). Optimasi Penjadwalan Proyek Dengan Penyeimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi Cpm Dan Algoritma Genetika. Jurnal Masyarakat Informatika, Volume 2, Nomor 4, ISSN 2086 - 4930, 1-14.
- Laksito, B. (2005). Repetitif Menggunakan Metode Penjadwalan Berulang (RSM) Dan Metode Diagram Preseden (PDM). Media Teknik Sipil, Juli 2005, 85-92.
- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya, Dimensi Teknik Sipil Volume 1, No. 1 Maret 1999, 49-58.
- Soeharto, I. (1995).Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Sutanto. (2012). Aplikasi Metoda Line of Balance (LoB) dan Metoda Critical Path Method (CPM) dalam Penjadwalan Kegiatan Pembangunan Perumahan. Thesis Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro Semarang
- Wibowo, A. (2001). Alternatif Metoda Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar, Dimensi Teknik Sipil, Vol. 3, No. 1, Maret 2001, Issn 1410-9530, 1-8.