



Mempercepat Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Antara Mojokerto-Sepanjang Melalui Penjadwalan *Line of Balance*

C. W. Ningrum^{1*}, M. Beatrix²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : ^{1*}cristinawidyaningrum@gmail.com, ²michella@untag-sby.ac.id.

ARTICLE INFO

Article history :

Artikel masuk : 22 – 12 – 2022

Artikel revisi : 26 – 12 – 2022

Artikel diterima : 31 – 12 – 2022

Keywords :

Line Of Balance, Overlapping Jobs, Project Scheduling, Recurring Jobs.

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

C. W. Ningrum, and M. Beatrix, "Mempercepat Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Antara Mojokerto-Sepanjang Melalui Penjadwalan Line Of Balance," *Jurmateks*, vol. 5, no. 2, pp 277-289, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks.v5i2.4020>.

ABSTRACT

In construction management, project scheduling is an important thing to note. The project schedule is a means of determining proper duration, controlling implementation progress, and allocating resources efficiently. Improper scheduling will have an impact on project delays. the project for the construction of a double track railway across the south of Java between Mojokerto-Sepanjang is planned to be completed in 60 weeks with overlapping activities due to changes in activities. This double track rail project is an ongoing project. This research aims to find out the project implementation time using the Line of Balance. The development project has a length of 3011.23 m. the Line of Balance method is carried out by determining the dependency logic, preparing a Line Of Balance schedule, drawing a Line Of Balance graph, and determining the production speed. The results of the study show that the line of balance schedule in the existing conditions has lines of intersection between jobs. The intersection indicates that there is overlapping work. For this reason, improvements are made by changing the dependency logic from work that was originally parallel to not parallel. The results of improvements made by reducing the duration per work cycle by 1 week revealed that the duration of the project could be accelerated to 38 weeks. So that the scheduling can be used to speed up the time of implementation of project activities.

1. Pendahuluan

Perkembangan konstruksi di Indonesia ditandai dengan banyaknya proyek berskala besar yang dibangun oleh pemerintah maupun swasta. Proyek pembangunan jalur ganda kereta api lintas selatan jawa mojokerto-sepanjang merupakan proyek yang diluncurkan sebagai upaya untuk menyediakan fasilitas transportasi umum [1], [2][3]. Pembangunan ini memberikan solusi dalam menangani masalah kemacetan lalu lintas, serta dapat menjadi salah satu

alternatif dalam mengurangi penggunaan kendaraan pribadi[4]. Proyek pembangunan ini memiliki panjang 3011,23 m'sp dengan durasi waktu pekerjaan 840 hari dalam kalender (120 minggu). Melalui evaluasi yang ada proyek diindikasikan keterlambatan. Keterlambatan tersebut, berawal dari pekerjaan *bore pile* yang tidak sesuai dengan apa yang sudah direncanakan oleh kontraktor. Kondisi tanah batuan yang sulit dipecah menjadikan sulitnya pencapaian kedalaman bore pile sesuai dengan rencana. Hal tersebut mengakibatkan pekerjaan selanjutnya harus dikerjakan bersamaan dengan bobot pekerjaan yang berbeda sehingga pekerjaan mengalami tumpang tindih.

Dalam mencapai tujuan kegiatan pelaksanaan proyek besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, penjadwalan, serta mutu menjadi tiga hal yang harus dipenuhi[5][6]. Penjadwalan proyek menjadi sebuah kegiatan yang tidak mudah dilakukan karena harus mempertimbangkan beberapa faktor yang sangat berpengaruh pelaksanaannya[7]. Penjadwalan proyek menjadi hal yang sangat penting karena jika terjadi kesalahan maka akan berdampak pada berbagai aspek[8]. Keterlambatan merupakan salah satu faktor yang dapat memberikan kerugian bagi kontraktor[9]. Keterlambatan proyek pun dapat menyebabkan kerugian bagi berbagai pihak, karena pada umumnya disertai dengan konflik yang terjadi pada proyek, diantaranya dikarenakan adanya tuntutan biaya dan waktu, serta terkait penyimpangan kualitas penyelesaian proyek[10]. Oleh karena itu Berbagai hal dilakukan agar terhindar dari berbagai masalah yang menyebabkan keterlambatan proyek dan juga kerugian.

Penjadwalan pelaksanaan proyek jalur ganda kereta api menggunakan tipe kurva S. Penjadwalan tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama sebelum menemukan masalah yang akan diselesaikan. Proyek jalur ganda kereta api memiliki penjadwalan dimana memberikan gambaran waktu terkait kapan proyek akan dimulai dan kapan proyek akan selesai (*finish*)[11]. Kegiatan proyek dilakukan secara kontinyu atau berkelanjutan[12]. Agar dapat segera mungkin beroperasi sesuai perencanaan serta sebagai bahan evaluasi penjadwalan waktu pelaksanaan, oleh karena itu perlu dilakukan peninjauan ulang dan evaluasi akan diharapkan dapat dijadikan referensi proyek selanjutnya[13][14].

Line Of Balance merupakan metode penjadwalan proyek konstruksi yang berupa suatu garis untuk mewakili jenis paket kegiatan. Skema *Line Of Balance* dapat dimodifikasi untuk berbagai keperluan, salah satunya untuk mempercepat durasi pekerjaan proyek[15] [16]. karena metode *Line of Balance* berbasis sumber daya, maka perubahan pada kelompok kerja dilakukan dengan menyinkronkan kelompok kerja untuk setiap aktifitas pekerjaan. Metode ini dilakukan dengan mengubah fungsi kerja dengan mempercepat pekerjaan dan menambah kelompok kerja atau memperlambat pekerjaan dan mengurangi kelompok kerja. *Line Of*

Balance dapat diterapkan seperti pada proyek jalan, apartemen, perumahan dan sebagainya[17][18]. Metode *Line Of Balance* ini dikenal lebih efektif digunakan apalagi pada pekerjaan berulang agar tidak terjadi pemborosan sumber daya[19][1]. Sedangkan menggunakan metode kurva-S, merupakan metode yang sering digunakan pada proyek tetapi metode ini kurang efektif jika digunakan pada pekerjaan berulang karena metode kurva-S tidak bisa mengoptimalkan sumber daya yang ada[7][20][21].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pelaksanaan proyek menggunakan metode *Line Of Balance*. Untuk mengetahui keterkaitan antar kegiatan pekerjaan dibuat Logika ketergantungan, untuk mengetahui pekerjaan yang tumpang tindih serta serta durasi total pelaksanaan proyek dilustrasikan dalam bentuk grafik *Line Of Balance*. Untuk mengetahui hubungan antar kegiatan logika ketergantungan dibuat, dan penggambaran grafik Lserta penggambaran. Sehingga diharapkan dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek.

2. Metodologi Penelitian

Objek penelitian ini merupakan proyek pembangunan jalur ganda kereta api lintas selatan jawa Km. 49+500 sampai dengan 52+500 antara Mojokerto sampai dengan sepanjang (Paket 9). Proyek tersebut terletak pada kabupaten Mojokerto jalan Mojoanyar, Bangsal desa Damarsi. Proyek pembangunan tersebut memiliki panjang 3011,23 m dengan *Time Schedule Existing* pekerjaan jembatan sebesar 60 Minggu. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Selain itu juga dilakukan studi literatur. Data sekunder yang digunakan berupa kurva-S yang didapatkan dari proyek yang menjadi objek penelitian[13]. Data ini digunakan untuk mengetahui pekerjaan yang dilakukan, durasi total pekerjaan, beserta logika ketergantungan pekerjaan. Dari data tersebut dilakukan penjadwalan ulang menggunakan metode *line of balance* serta diilustrasikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui pekerjaan yang tumpang tindih dan durasi total penyelesaian proyek. Apabila didapatkan pekerjaan yang tumpang tindih, maka dilakukan perbaikan dengan melakukan perubahan pada proyek hingga pekerjaan yang dilakukan tidak tumpang tindih lagi.

2.1 *Line Of Balance*

Metode *Line of Balane* dilakukan dengan menggunakan software microsoft excel [22]. [23]. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Penguraian Pekerjaan

Penguraian pekerjaan dilakukan mengacu pada data kurva-S. Uraian berbentuk tabel dengan jumlah minggu pada setiap pekerjaan beserta durasi total penyelesaian.

2. Menyiapkan diagram logika yang menunjukkan urutan satu siklus pekerjaan berulang
3. Menyiapkan Jadwal *Line of Balance*

Jadwal *line of balance* ini digunakan untuk menentukan waktu *start* dan *finish*. Apabila siklus pada pekerjaan lebih kecil dari pekerjaan sebelumnya, maka perhitungan *finish* dilakukan dengan menjumlahkan waktu *finish* pada pekerjaan sebelumnya dengan durasi setiap siklus pada pekerjaan tersebut. Perhitungan *start* dilakukan dengan mengurangi waktu *finish* dengan total durasi pekerjaan. Sedangkan apabila siklus pada pekerjaan lebih besar dari pekerjaan sebelumnya, maka perhitungan *start* dilakukan dengan menjumlahkan waktu *start* pada pekerjaan sebelumnya dengan durasi setiap siklus pada pekerjaan sebelumnya. Perhitungan *finish* dilakukan dengan menjumlahkan waktu *start* dengan total durasi pekerjaan.

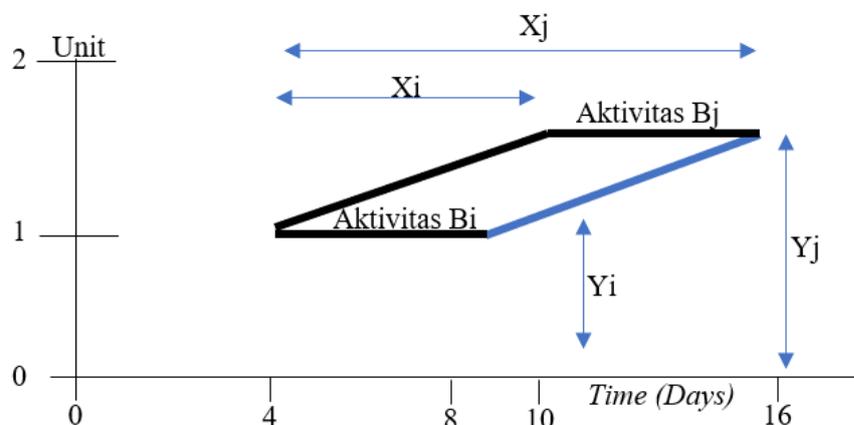
4. Menggambar grafik *Line Of Balance*

Berdasarkan hasil dari jadwal *line of balance*, maka dapat dibuat dalam bentuk grafik dengan sumbu x sebagai waktu dan sumbu y sebagai unit (siklus). Grafik ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perpotongan pada grafik. Perpotongan tersebut mengindikasikan bahwa terjadi pekerjaan yang dikerjakan secara bersama sama pada unit yang sama atau dapat disebut pekerjaan yang tumpang tindih. Hal tersebut akan memperbesar kemungkinan terjadinya keterlambatan. Apabila terjadi perpotongan, maka harus diambil kebijakan untuk melakukan perubahan pada proyek.

5. Menentukan kecepatan produksi pekerjaan

Kecepatan produksi pekerjaan dapat dihitung dengan membuat grafik dengan ketentuan sumbu X sebagai waktu dan sumbu Y adalah jumlah unit berulang [11], [24]. Pada grafik tersebut akan digambarkan dalam bentuk jajargenjang untuk setiap pekerjaan seperti pada

Gambar 1.



Sumber : Nony Soplanit (2022).

Gambar 1. Contoh gambar Ilustrasi sebagai fungsi fariabel.

Kecepatan produksi pekerjaan dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$m = \frac{(Y_j - Y_i)}{(X_j - X_i)} \quad [25]$$

Keterangan :

- M : Kecepatan produksi pekerjaan yang ditinjau
 Y_j : Unit keseluruhan pekerjaan yang ditinjau
 Y_i : Unit ke-1 = 1
 x_j : Durasi keseluruhan pekerjaan yang ditinjau
 X_i : Durasi pekerjaan setiap siklus

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Uraian Pekerjaan

Item pekerjaan yang ada pada pelaksanaan proyek ini dikelompokkan menjadi 5 kelompok pekerjaan. Kelompok pekerjaan tersebut meliputi pekerjaan tanah, abutment, drainase, bangunan atas, serta finishing. Setiap kelompok pekerjaan tersebut dikerjakan dengan siklus dan durasi waktu sebagai berikut:

Tabel 1. Durasi Uraian Pekerjaan.

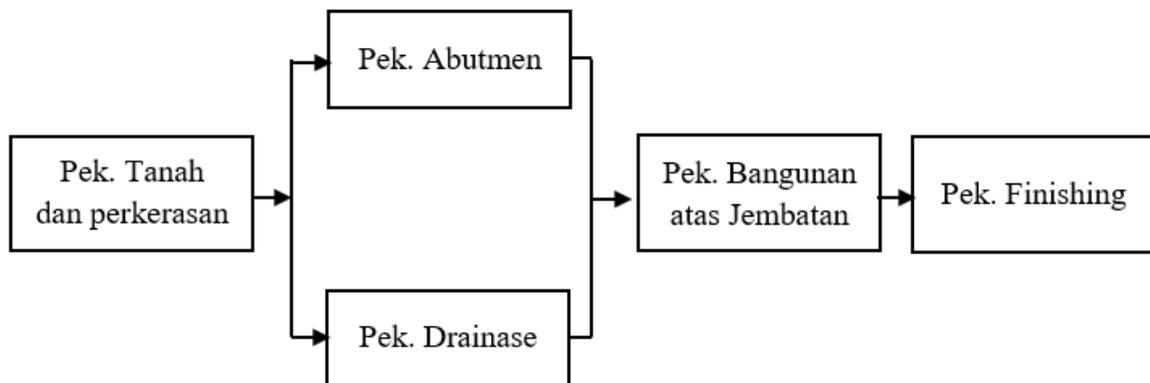
No	Kelompok Pekerjaan	Durasi persiklus pekerjaan (Minggu)	Durasi Total (Minggu)
1	Pekerjaan tanah	5	33
2	Pekerjaan Abutmen	7	35
3	Pekerjaan Drainase	7	35
4	Pekerjaan bangunan atas jembatan	4	30
5	Pekerjaan <i>Finishing</i>	3	28

Sumber: Kurva-S Proyek (2022).

Berdasarkan kurva-S, proyek ini mempunyai total durasi waktu keseluruhan proyek sebesar 60 minggu.

3.2 Logika Ketergantungan Eksisting

Logika ketergantungan digunakan untuk mengetahui prasyarat pekerjaan yang harus diselesaikan. Logika ketergantungan eksisting dipaparkan pada **Gambar 2.** berikut.



Sumber : Kurva-S Proyek (2022).

Gambar 2. Hubungan Keterkaitan Pekerjaan

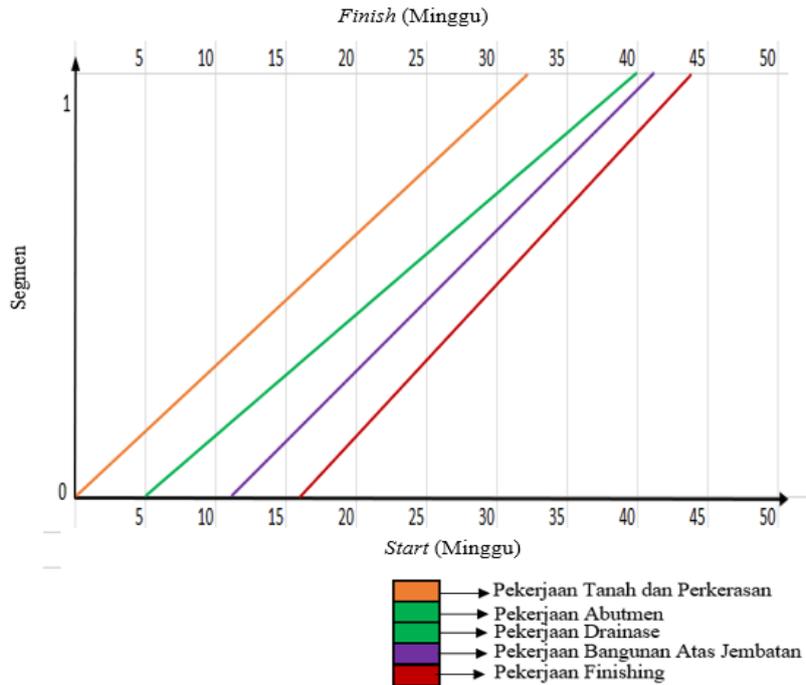
Dengan mengacu pada **Gambar 2.** dilakukan penjadwalan sebagai berikut:

Tabel 2. Jadwal *Line Of Balance* (LOB) Kondisi Awal.

No	kelompok Pekerjaan	Durasi periklus pekerjaan (Minggu)	Durasi Total (minggu)	Start (minggu)	Finish (minggu)
1	Pekerjaan Tanah dan perkerasan	5	33	0	33
2	Pekerjaan Abutmen	7	35	5	40
3	Pekerjaan Drainase	7	35	5	40
4	Pekerjaan bangunan atas jembatan	4	30	12	42
5	Pekerjaan <i>Finishing</i>	3	28	16	44

Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Berdasarkan **Tabel 2.** ditunjukkan bahwa proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu 44 minggu. Metode penjadwalan *line of balance* mampu mengurangi durasi total proyek dari yang semula 60 minggu menjadi 44 minggu. Selanjutnya dari tabel di atas, dapat dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut.



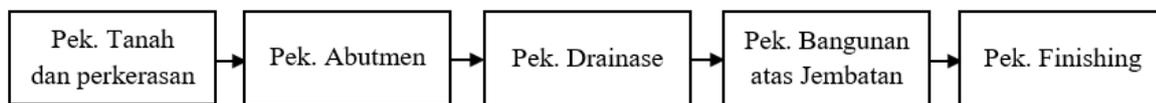
Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Gambar 3. Grafik *Line Of Balance* (LOB) Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa antara Mojokerto-Sepanjang.

Grafik di atas mengungkapkan bahwa terjadinya perpotongan antara pekerjaan abutmen dan drainase (garis warna hijau). Hal ini menjelaskan bahwa pekerjaan tersebut dikerjakan secara bersama sama pada unit yang sama atau dapat dikatakan pekerjaan yang tumpang tindih. Hal ini tidak diperbolehkan, dan perlu adanya perbaikan pada proyek tersebut.

3.3 Optimalisasi Waktu Kegiatan

Untuk mengatasi pekerjaan yang tumpang tindih, maka langkah yang dapat dilakukan adalah merubah logika ketergantungan seperti pada **Gambar 4**.



Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Gambar 4. Optimalisasi Hubungan Keterkaitan Pekerjaan.

Perubahan dilakukan dengan merubah pekerjaan abutmen dan pekerjaan drainase yang sebelumnya dikerjakan secara parallel, sekarang dirubah menjadi pekerjaan abutmen harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan drainase. Selain dilakukan perubahan logika ketergantungan, percepatan durasi proyek juga dilakukan dengan mengurangi durasi per siklus

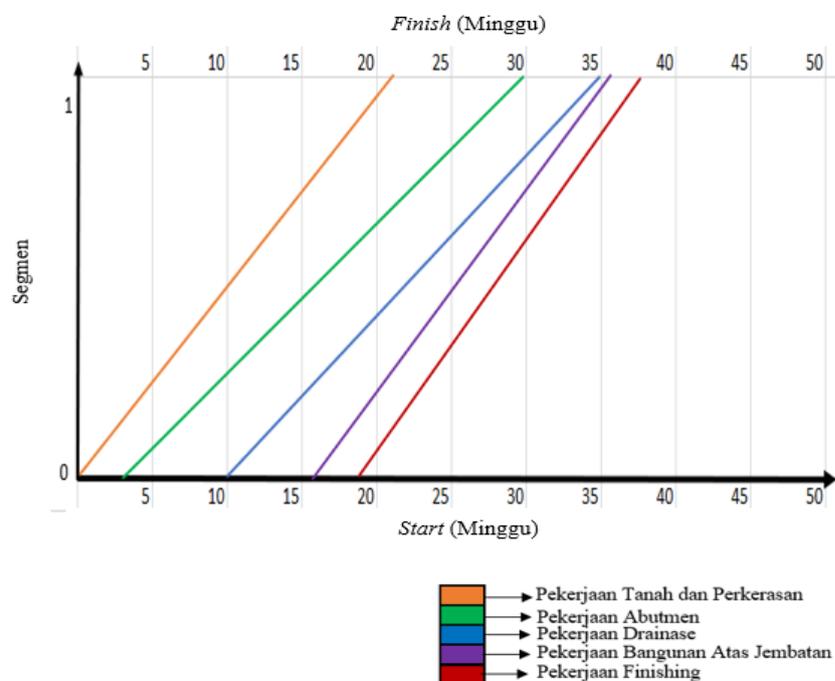
pekerjaan sebesar 1 minggu pada semua pekerjaan. Sehingga didapatkan jadwal *line of balance* sebagai berikut.

Tabel 3. Jadwal Perbaikan *Line Of Balance*.

No	kelompok Pekerjaan	Durasi per siklus pekerjaan (Minggu)	Durasi Total (minggu)	Start (minggu)	Finish (minggu)
1	Pekerjaan Tanah dan perkerasan	4	22	0	22
2	Pekerjaan Abutmen	6	25	4	29
3	Pekerjaan Drainase	6	25	10	35
4	Pekerjaan bangunan atas jembatan	3	20	16	36
5	Pekerjaan <i>Finishing</i>	2	19	19	38

Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Dengan melakukan perbaikan, dapat diketahui bahwa durasi waktu untuk menyelesaikan keseluruhan pekerjaan ini sebesar 38 minggu. Waktu tersebut lebih cepat 22 minggu apabila dibandingkan dengan penjadwalan eksisting. Hasil dari **Tabel 3.** ini dapat dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Gambar 5. Grafik Perbaikan *Line Of Balance* Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa antara Mojokerto-Sepanjang.

Perbaikan yang dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik dengan ditunjukkan pada **Gambar 5.** yang menunjukkan bahwa tidak ada perpotongan antar garis pekerjaan. Kecepatan produksi pekerjaan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Kecepatan Perbaikan Produksi Pekerjaan.

No	kelompok Pekerjaan	Yi	Yj	Xi	Xj	m
1	Pekerjaan Tanah dan perkerasan	1	5	4	22	0,222
2	Pekerjaan Abutmen	1	5	6	25	0,211
3	Pekerjaan Drainase	1	5	6	25	0,211
4	Pekerjaan bangunan atas jembatan	1	5	3	20	0,235
5	Pekerjaan <i>Finishing</i>	1	5	2	19	0,235

Sumber : Hasil Olahan penulis (2022).

Setelah melakukan percepatan pada siklus pekerjaan menghasilkan, pekerjaan tanah dan perkerasan dimulai dari minggu ke-0 sampai minggu ke-22 dimana kecepatan produksi pekerjaan 0,222 unit/minggu. Selanjutnya, Pekerjaan abutmen dimulai dari minggu ke-4 sampai dengan minggu ke-30 dengan kecepatan produksi pekerjaan 0,211 unit/minggu. Pekerjaan drainase dimulai dari minggu ke-10 sampai dengan minggu ke-35 dengan kecepatan produksi sebesar 0,211 unit/minggu. Pekerjaan bangunan atas jembatan dimulai dari minggu ke-16 sampai minggu ke-36 dengan kecepatan produksi pekerjaan 0,235 unit/minggu. Pekerjaan *finishing* dimulai dari minggu ke-19 sampai minggu ke-38 dengan percepatan produksi pekerjaan sama dengan pekerjaan bangunan atas jembatan yaitu 0,235 unit/minggu.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan bahwa jadwal *line of balance* pada kondisi eksisting mempunyai perpotongan garis antar pekerjaan. Perpotongan tersebut mengindikasikan adanya pekerjaan yang tumpang tindih. Untuk itu dilakukan perbaikan dengan merubah logika ketergantungan dari pekerjaan yang semula paralel menjadi tidak paralel. Selain itu dilakukan juga percepatan durasi proyek dengan mengurangi durasi per siklus pekerjaan sebesar 1 minggu

pada semua pekerjaan. Hasil perbaikan mengungkapkan bahwa durasi proyek dapat dipercepat menjadi 38 minggu dari durasi awal 60 minggu. Dan juga pada grafik *line of balance*, tidak ditemukan garis yang berpotongan. Sehingga penjadwalan tersebut dapat digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan kegiatan proyek.

5. Ucapan Terimakasih

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga, saudara, rekan-rekan, serta Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah turut membantu dalam proses penyusunan artikel ini. Penulis menyadari bahwa artikel ini masih banyak terdapat kekurangan, karena keterbatasan yang penulis miliki. Untuk itu penulis berharap artikel ini dapat berguna bagi para pembaca dan juga penjadwalan tersebut dapat digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan kegiatan proyek.

Daftar Pustaka

- [1] E. Kamitono, V. William, and P. Chandra, “Perencanaan Jadwal Pada Proyek Perumahan Dengan Metode Line of Balance,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 86–93, 2018, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10665>
- [2] Y. Simamora and W. Nuswantoro, “Studi Penjadwalan Waktu dengan Metode Line Of Balance (LOB) untuk Membangun Perumahan Pasca Bencana Tsunami Di NAD (Studi Kasus Pembangunan Perumahan Di Calang),” *J. Manaj. Rekayasa Konstr.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/324686690>
- [3] M. J. Fuad, “Penjadwalan dan Alokasi Material Dengan Metode Line Of Balance (LOB) Pada Proyek Pelebaran Jalan AP.Pettarani Utara Makassar,” vol. 7, no. 2, pp. 153–161, 2019, doi: <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.193>.
- [4] H. Meidiyanto, “Implementasi Line Of Balance dan M-PERT pada Pekerjaan Wastewater Treatment Plant,” Universitas Mercubuana, 2019. [Online]. Available: <https://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/59236>
- [5] K. F. Abidin, “Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Efisiensi Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung: (Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes),” Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2021. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/openview/28b498cb3f0be8a36c59f09c0e4f044a/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- [6] Y. Juniardi, I. Lakawa, and hujiyanto, “The Influence of Discipline and Training on Teacher Performance in Junior High Schools,” *IJMEHD Int. J. Manag. Educ. Hum. Dev.*, vol. 02, no. 01, pp. 79–84, 2021, [Online]. Available: <https://ijmehd.com/index.php/ijmehd/article/download/54/52>
- [7] A. Efendi, A. Dwiretnani, and A. Setiawan, “Analisa Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode Line Of Balance (LOB) pada Proyek Pedestrian Jl. MH. Thamrin-Jl. Halim Perdana Kusuma,” *J. Talent. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 346–353, 2022, doi: [10.33087/talentsipil.v5i2.137](https://doi.org/10.33087/talentsipil.v5i2.137).
- [8] Y. Dwi, “Analisis durasi penjadwalan ulang proyek pembangunan perumahan dengan menggunakan metode LSM (linear scheduling method),” Universitas Islam Riau, 2019. [Online]. Available: <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/9285>

- [9] N. L. Maspaitella, "Tinjauan Waktu Pelaksanaan Proyek IKP residence Sorong Dengan Metode LoB," *Univ. Muhammadiyah Sorong*, no. 27, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://osf.io/preprints/inarxiv/6jzw7/download>
- [10] N. Soplanit, N. Maelissa, and H. D. Titaley, "Analisis Penerapan Metode Line Of Balance Pada Pembangunan Rumah Susun Pemkab Kepulauan Tanibar," *SIMETRIK*, vol. 11, no. 2, pp. 474–479, 2021, doi: <https://doi.org/10.31959/js.v11i2.773>.
- [11] G. Nugrianto, M. Syambas, R. Diky, and N. Demus, "Analisis Penerapan Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus : CV . Bumen Las Kontraktor," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 46–53, 2020, [Online]. Available: <http://jim.unindra.ac.id/index.php/bailet/article/view/2842>
- [12] I. Gunawan, "Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember," Universitas Jember, 2019. [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/101304>
- [13] J. Halimi, "Analisis Penjadwalan Ulang Dengan Menggunakan Metode LSM (Linier Scheduling Method/ Line Of Balance) (Rescheduling Analysis With LSM/LOB Method)," Universitas Islam Indonesia, 2018. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/6778>
- [14] R. Susanti and Lukman, "Studi Eksplorasi Metode Penjadwalan Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Ungaran-Bawen," *J. Proy. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2019, doi: <https://doi.org/10.14710/potensi.2019.3607>.
- [15] J. D. Hutagaol, S. M, M. A. Wibowo, and S. T. S, "Perbandingan Metode Critical Path Method (CPM), Predence Diagram Method (PDM), dan Line Of Balance (LOB) Terhadap Proyek Repetitif," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 205–227, 2013, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/4108>
- [16] I. W. Y. Astawa, N. K. T. Tastrawati, and L. P. I. Harini, "Waktu Penyelesaian Proyek Konstruksi Menggunakan Precedence Diagram Method dan Line Of Balance," *E-Jurnal Mat.*, vol. 9, no. 3, pp. 190–196, 2020, doi: <https://doi.org/10.24843/MTK.2020.v09.i03.p298>.
- [17] L. N. Saskia, "Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan Line of Balance Pada Proyek Kosntruksi Repetitif," *JUTATEKS*, vol. 4, no. 1, pp. 91–98, 2021, [Online]. Available: <https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/261>

- [18] F. Laia, "Penerapan Metode Line Of Balance Pada Penjadwalan Proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam-Lolowau," Universitas Medan Area, 2020. [Online]. Available: <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/16137>
- [19] E. A. Laksono, "Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Kroya – Kutoarjo KM 438+600 Sampai dengan 446+800 Antara Gombong – Soka Dengan Metode Line Of Balance," Universitas Islam Indonesia, 2019. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/123456789/16016>
- [20] O. Z. Dahlan, "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)," Universitas Islam Indonesia, 2018. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11290>
- [21] Y. Pratiwi, "Penggunaan Line Of Balance Pada Perkerasan Kaku Di Proyek Pembangunan Jalan TOL Tebing Tinggi – Inderapura," Universitas Medan Area, 2022. [Online]. Available: http://110.232.83.118/jspui/bitstream/123456789/17512/2/168110087_YuliPratiwi_Fulltext.pdf
- [22] A. P. A. Putra and G. Sarya, "Analisis Penjadwalan dan Alokasi Biaya Menggunakan Metode Line Of Balance Pada Proyek Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru-Buduran," vol. 5, no. 1, pp. 390–397, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.31602/jk.v5i1.7568>.
- [23] A. Maddeppungeng, A. Budiman, and G. Christopher, "Metode Keseimbangan Garis (Line Of Balance) Pada Penjadwalan Proyek Repetitif," *J. Konstr.*, vol. 14, no. 1, pp. 88–106, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24853/jk.14.1.88-106>
- [24] A. Silvia, D. Sarasanty, and E. Soewartono, "Analisa Perbandingan Waktu Dan Biaya Metode Konvensional Dengan Flat Slab Struktur Pelat Lantai Apartemen Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya," Universitas Islam Majapahit, 2020. [Online]. Available: <http://repository.unim.ac.id/id/eprint/1035>
- [25] W. Ramadhina, "Analisa Pengendalian Waktu Proyek dengan Menggunakan Metode LoB (Line of Balance) Pada Proyek Perumahan dan Ruko Citraland Driyorejo CBD," Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2022. [Online]. Available: <http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/16670>