

PENERAPAN METODE *LINE OF BALANCE* PADA PROYEK KONSTRUKSI REPETITIF (STUDI KASUS : PERUMAHAN GRIYA TUNAS MANDIRI)

Sri Mutianingsi Kalia^{1*}, Arfan Utiahman², Mohamad Yusuf Tuloli³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

*Email korespondensi: Srimutianingsikalia22@gmail.com , Arfanutiahman@ung.ac.id , mohammad.tuloli@ung.ac.id

ABSTRACT

Sri Mutianingsi Kalia, 2022. The Use of Line of Balance Method in Repetitive Construction Project (Case Study at Griya Tunas Mandiri Housing). Bachelor's Degree Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Gorontalo. The principal supervisor is Arfan Utiahman, S.T, M.T. and the co-supervisor is Dr. Mohamad Yusuf Tuloli, S.T, M.T. In a construction project, the planning and scheduling stages are the stages that most determine the success or failure of a project. In addition, the project scheduling method is planned, so that project execution runs effectively and efficiently. In certain project, there is often a lack of effective use of project work time due to the method used is not suitable for the type of project. Scheduling method that is planned according to the type of project, greatly affects the effectiveness of use of time and the construction of project. The housing construction project usually applies the same type of building, thus it motivates the use of LOB (Line of Balance) method to reschedule. In accordance with the results of analysis and calculation that have been carried out, it was discovered that the time needed to execute the construction project of Griya Tunas Mandiri housing for 70 units was 132 days. Meanwhile, the existing schedule for the project plan took 300 days to complete 70 housing units. In reference to the comparison of the effectiveness of time whose difference was 168 days, the plan schedule using the Line of Balance method was more effective in the execution of Griya Tunas Mandiri Housing construction project.

Keywords: Effectiveness, LOB Method, Project Scheduling.

INTISARI

Sri Mutianingsi Kalia, 2022. Penerapan Metode Line Of Balance Pada Proyek Konstruksi Repetitif (Studi Kasus : Perumahan Griya Tunas Mandiri). Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo. Pembimbing I, Arfan Utiahman, S.T, M.T. dan Pembimbing II, Dr. Mohamad Yusuf Tuloli, S.T, M.T. Dalam proyek pembangunan, tahapan perencanaan dan penjadwalan adalah tahap yang paling menentukan berhasil atau tidaknya suatu proyek. Karena metode penjadwalan proyek direncanakan agar pelaksanaan proyek berjalan efektif dan efisien. Dalam pelaksanaan proyek, seringkali terjadi kurang termanfaatkannya waktu pengerjaan proyek dengan efektif dikarenakan metode yang digunakan kurang cocok untuk jenis proyek itu sendiri. Metode penjadwalan yang direncanakan dengan sesuai pada jenis proyeknya, sangat berpengaruh besar pada efektivitas pemanfaatan waktu dan pembangunan proyek itu sendiri. Dalam proyek pembangunan perumahan, biasanya menggunakan jenis atau tipe bangunan yang sama. Hal inilah yang mendasari penggunaan metode LOB (Line of Balance) untuk melakukan penjadwalan ulang. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proyek pembangunan perumahan griya tunas mandiri sebanyak 70 unit yaitu selama 132 hari. Sedangkan pada jadwal existing rencana proyek diperlukan waktu selama 300 hari untuk menyelesaikan 70 unit perumahan. Dengan melihat perbandingan efektivitas waktu tersebut yang durasinya berselisih 168 hari, maka jadwal rencana menggunakan metode Line of Balance lebih efektif dalam pengerjaan proyek Pembangunan Perumahan Griya Tunas Mandiri.

Kata Kunci: Efektivitas, Metode LOB, Penjadwalan Proyek

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan dalam batasan waktu, biaya dan mutu

tertentu. Keberhasilan suatu proyek dilihat dari *planning* dan *scheduling* sebagai indikator kinerja. Penjadwalan suatu proyek merupakan suatu cara untuk menentukan dan menetapkan waktu

pelaksanaan item pekerjaan serta alokasi sumber daya yang akan digunakan selama proses konstruksi.

Penjadwalan suatu proyek konstruksi harus direncanakan secara matang dan optimal yang bertujuan untuk menghindari terjadinya keterlambatan waktu/durasi pelaksanaan kegiatan proyek serta dampak lainnya. Pembangunan dan pengembangan kota berdampak pada pertumbuhan wilayah, baik wilayah itu sendiri, maupun wilayah disekitarnya (Banteng 2015). Oleh karena itu, perencanaan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik proyek sangat diperlukan untuk menghadapi kondisi proyek yang tidak pasti, sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien. Dalam suatu kegiatan proyek konstruksi diperlukan manajemen proyek untuk mengatur jalannya suatu proyek. Manajemen proyek merupakan proses perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian suatu proyek dari awal sampai berakhirnya proyek untuk mencapai tujuan bahwa proyek tepat waktu atau mengalami keterlambatan. Proyek konstruksi yang baik adalah proyek konstruksi yang telah direncanakan sebelumnya serta mencapai mutu sesuai perencanaan (Tuloli, 2016).

Penjadwalan proyek merupakan bagian dari hasil perencanaan yang meliputi penetapan sasaran dan menghubungkan antara tenaga kerja, material dan biaya yang digunakan dalam proyek. Hal ini menunjukkan bahwa keduanya merupakan langkah penting dalam mempersiapkan dan merencanakan keperluan tenaga kerja, peralatan dan metode pelaksanaan pekerjaan yang akan digunakan. Ada beberapa metode yang telah banyak digunakan dan dikembangkan untuk penjadwalan suatu proyek antara lain *Bart Chart* dan *kurva S, PDM (Precedence Diagram Method)*, *PERT (Project Evaluation and Review*

Technique) CPM (Critical Path Method), LOB (Line of Balance), dan lain-lain.

KAJIAN TEORITIS

Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan yang sementara berlangsung dengan jangka waktu terbatas dan alokasi sumber daya tertentu, yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk sesuai kriteria dan mutu yang telah digariskan secara jelas (Soeharto, 1997).

Manajemen

Manajemen menurut James A.F Stoner/Charles Wankel yaitu "Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, dan proses pengendalian upaya anggota organisasi dan proses penggunaan sumber daya organisasi untuk tercapainya tujuan organisasi yang telah ditetapkan". Proses yang dimaksud adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedangkan *resources/sumberdaya* dapat berupa (*5 M's of corporate*):

1. *Men* (sumberdaya manusia)

Dalam manajemen, faktor manusia yang paling menentukan. Manusia yang membuat tujuan dan manusia pula yang melakukan proses untuk mencapai tujuan. Tanpa ada manusia tidak ada proses kerja, sebab pada dasarnya manusia adalah makhluk kerja.

2. *Money* (dana)

Dana merupakan salah satu unsur yang tidak dapat diabaikan. Dana merupakan alat tukar dan alat pengukur nilai. Besar kecilnya hasil kegiatan dapat diukur dari jumlah dana yang beredar dalam perusahaan.

3. *Machines or Equipment* (peralatan)

Ketersediaan peralatan juga berperan penting dalam pelaksanaan suatu kegiatan. Mesin digunakan untuk memberi kemudahan atau menghasilkan

keuntungan yang lebih besar serta menciptakan efisiensi kerja.

4. Material (bahan)

Material atau bahan baku terdiri dari bahan setengah jadi dan bahan jadi. Merujuk pada bahan baku sebagai unsur utama untuk diolah sampai menjadi produk akhir untuk diserahkan pada konsumen. Dalam dunia usaha untuk mencapai hasil yang lebih baik, selain manusia ahli dalam bidangnya juga harus dapat menggunakan bahan/materi-materi sebagai salah satu sarana.

5. *Management of Method (management/metode)*

Dalam penyusunan suatu pekerjaan dibutuhkan suatu manajemen agar segala sesuatu yang dikerjakan dapat dikendalikan dan berjalan sesuai dengan perencanaan awal.

Penjadwalan Proyek

Dalam melaksanakan perencanaan proyek perencana akan dihadapkan pada pilihan untuk menetapkan sumber daya yang paling tepat. Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan adalah menentukan penjadwalan penggerjaan proyek, dimana penjadwalan merupakan gambaran awal dari proses bagaimana cara menyelesaikan dan mengendalikan proyek tersebut. Pada sebuah penjadwalan akan tampak uraian jenis pekerjaan, kapan waktu untuk memulai dan juga waktu untuk mengakhiri setiap item pekerjaan yang berhubungan dan saling bergantung antara masing masing kegiatan.

Menurut Faisol (2010) dalam mata kuliah perencanaan dan penjadwalan proyek, penjadwalan adalah perencanaan pembagian waktu dan hubungan antar pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Menurut Husein (2010), pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan item pekerjaan dalam penyelesaian satu proyek hingga mencapai hasil yang

optimal dengan pertimbangan keterbatasan merupakan definisi dari penjadwalan.

Suatu proyek yang akan dilaksanakan harus terjadwal terlebih dahulu, sehingga dapat diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Untuk itu pengelolaan proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian untuk menghadapi jumlah dan kegiatan kompleksitas proyek yang semakin bertambah.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Penjadwalan menentukan kapan kegiatan-kegiatan akan dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pengendalian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Dalam perencanaan proyek, penjadwalan adalah sangat penting dalam memproyeksi keperluan tenaga kerja, material, dan peralatan. Dan jika dilakukan dengan tepat hal-hal seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan hal lain yang dapat menimbulkan kerugian dapat dihindari. Penjadwalan atau scheduling adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan pekerjaan masing-masing pekerjaan dalam rangkamanyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil oprimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Abrar Husen, 2010)

Manfaat dari penjadwalan (Abrar Husen, 2010), diantaranya:

- a. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-

- batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing rugas.
- b. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistik dalam penetuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
 - c. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
 - d. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
 - e. Memberikan kepastian waktu pelaksana pekerjaan.
 - f. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Dalam suatu proyek konstruksi, memiliki berbagai macam aktivitas. Oleh karena itu, perencanaan yang baik sangat dibutuhkan dalam membuat susunan pekerjaan proyek, pengadaan material dan peralatan, serta alokasi tenaga kerja, sehingga dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya konflik antar kegiatan dan hal-hal lainnya yang dapat menghambat pengerjaan proyek.

Konstruksi Repetitif

Konstruksi repetitif atau konstruksi berulang adalah konstruksi dengan kegiatan-kegiatan di dalamnya yang diulang dalam unit yang sama (Jaskowski, 2015). Contoh tipikal dari konstruksi repetitif antara lain : konstruksi gedung bertingkat (apartemen, hotel, gedung bertingkat fasilitas umum) dengan pengulangan pekerjaan yang sama pada setiap lantai tipikalnya, konstruksi jalan raya dengan pengulangan pekerjaan yang sama pada setiap unit rumah.

Sebagaimana proyek-proyek konstruksi repetitif mempunyai porsi yang besar di industri konstruksi, dimana konstruksi perumahan, jalan, dan gedung bertingkat dibangun untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, maka penting untuk

mengembangkan metode penjadwalan khusus yang efisien untuk tipe proyek berkarakter berulang.

Metode Line of Balance

Line of Balance (LOB) pada mulanya berasal dari industri manufaktur dan kemudian pada tahun 1942 dikembangkan oleh Departemen Angkatan Laut AS untuk pemrograman dan pengendalian proyek-proyek bersifat *repetitive*. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Nation Building Agency* di Inggris untuk proyek-proyek perumahan yang bersifat *repetitive*, dimana alat penjadwalan berorientasi pada sumber daya ini ternyata lebih sesuai dan realistik dari pada alat penjadwalan berorientasi dominasi kegiatan. Metode ini kemudian diadopsi untuk penelitian dan pengendalian proyek, dimana produktifitas sumber daya dipertimbangkan sebagai bagian penting.

Line of Balance adalah metode yang menggunakan keseimbangan oposisi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah pekerjaan yang terus menerus. Keuntungan utama dari metode *Line of Balance* adalah menyediakan tingkat produktifitas dan informasi durasi berbentuk format grafik yang lebih mudah. Selain itu, plot *Line of Balance* juga dapat menunjukkan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan, dan dapat mendeteksi potensi gangguan yang akan datang. Dengan demikian *Line of Balance* mempunyai pemahaman lebih baik untuk proyek-proyek tersusun dari kegiatan yang berulang dari pada teknik penjadwalan yang lain, karena *Line of Balance* memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat produktifitas kegiatan, mempunyai kehalusan efisiensi dalam aliran sumber daya, dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya dari pada penjadwalan *Network*.

Metode *Line of Balance* cukup efektif untuk digunakan pada proyek bangunan bertingkat dengan keragaman masing-masing tingkat bangunan relatif sama. Pada proyek besar, metode ini membantu memonitor kemajuan beberapa kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini dapat dilakukan bila dikombinasikan dengan metode *Network*, karena metode penjadwalan *linier* dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan dengan metode *Network*. Didalam berbagai literatur Internasional biasanya *Line of Balance* ditunjukkan sebagai alat penjadwalan yang hanya cocok untuk proyek-proyek tersusun atas kegiatan berulang, dan tidak cocok untuk proyek *Non-repetitif*.

Pada penjadwalan dengan jaringan kerja, kegiatan konstruksi dapat dibagi menjadi sejumlah kegiatan yang relatif lebih kecil, masing-masing kegiatan dengan cirinya masing-masing diurutkan sesuai pelaksanaannya. Akan tetapi sebagian besar kegiatan konstruksi tidak dapat diperlukan seperti demikian. Dalam beberapa kasus, kegiatan konstruksi yang sama dilaksanakan oleh kelompok pekerja yang sama secara berkelanjutan selama durasi proyek.

Penjadwalan metode *Line of Balance* digunakan pada suatu proyek konstruksi yang mempunyai kegiatan yang berulang. Kelebihan penggunaan metode *Line of Balance* pada suatu proyek konstruksi adalah baik aspek-aspek kegiatan maupun kegiatan menyeluruh dari pelaksana dan control digambarkan pada satu diagram. Sebelum penggambaran diagram *LOB*, terlebih dulu diperkirakan tingkat pengontrolan meliputi seluruh kelompok kerja. Di samping itu, faktor-faktor *variabel* seperti cuaca buruk, keterlambatan material, dan kekurangan tenaga kerja tidak diperhitungkan, dalam

artian tidak mempengaruhi semua pekerjaan dengan sama, akan tetapi untuk mengatasi adanya masalah yang berkaitan dengan faktor-faktor tersebut maka *buffer time* disiapkan di antara setiap pekerjaan. Semua aktifitas dianggap kritis, aktifitas dianggap sebagai urutan rantai tunggal.

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan metode *LOB* adalah:

1. Harus ada tahap-tahap kegiatan yang jelas dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi.
2. Waktu pelaksanaan tiap-tiap kegiatan dalam suatu proyek konstruksi harus diketahui.

Oleh karena itu metode *Line of Balance* sangat cocok digunakan pada proyek-proyek berulang seperti pembangunan berlantai banyak yang memiliki kesamaan tiap lantainya, pembangunan perumahan, jaringan pipa dan konstruksi jalan.

Teknik Perhitungan *Line of Balance*

Format dasar dari *Line of Balance* adalah time diplotkan pada sumbu horizontal dan unit number pada sumbu vertical. Konsep *Line of Balance* didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai.

Menurut Nugraheni (2004), dalam analisis penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* terdapat beberapa tahapan diantaranya:

- a. Logika ketergantungan

Dalam pelaksanaan metode ini menganalisis jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan bersamaan (*Linear*) namun tidak mengganggu pekerjaan selanjutnya, dan metode ini dalam pengerjaanya terdapat hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan selanjutnya. Maka dari itu perlu

- dilakukan pengelompokan jenis pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan (Nugraheni,2004)
- b. Variabel dalam perhitungan *Line of Balance*
 Pada pembuatan jadwal dengan metode *Line of Balance* terdapat variabel yang menentukan proses penjadwalan tersebut. Beberapa variabel yang digunakan umumnya sama dan dapat ditemukan pada metode penjadwalan lainnya seperti jumlah hari kerja, jumlah jam kerja, dan jumlah jam kerja per minggu.
- c. Rumus perhitungan pada *Line of Balance*
 Menurut Nugraheni (2004), dalam perhitungan *Line of Balance* terdapat beberapa perhitungan yang perlu ditentukan untuk membuat penjadwalan *Line of Balance* diantaranya sebagai berikut:
1. Menentukan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M)

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{pekerjaan unit per minggu}$$
 2. Menentukan jumlah total pekerja untuk target pekerjaan mingguan secara teoritis (N)

$$N = \frac{M \times \text{unit target mingguan}}{\text{jam kerja per minggu}}$$
 3. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n)
 4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)
 5. Menentukan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A)

$$A = n \times H$$
 6. Menentukan rataan actual kelompok kerja yang digunakan (R)

$$R = \frac{A \times \text{jam kerja per minggu}}{M}$$
 7. Menentukan waktu penggerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t)

$$t = \frac{M}{nxjumlahjamkerjaperhari}$$

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

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

d. Penundaan

Menurut Hinze (2008) garis aktifitas pada metode *Line of Balance* tidak boleh saling mengganggu atau mendahului dan juga tidak boleh saling berpotongan (*no cross*) atau dengan kata lain rangkaian aktivitasnya berurutan dan tidak boleh saling mengganggu atau saling mendahului. Artinya progress atau kemajuan pekerjaan dari aktifitas yang mengikuti tidak boleh mendahului aktifitas yang mendahulunya. Bila ini sampai terjadi, maka akan terjadi konflik kegiatan atau dapat mengganggu semua jalannya proyek tersebut. Maka perlu dilakukan penundaan pada jenis pekerjaan tersebut agar pekerjaan yang direncanakan tetap berjalan sesuai antara *successor* dan *predecessor* pekerjaan tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Kota Gorontalo.

Alat dan Bahan Penelitian

Proses penelitian membutuhkan alat dan bahan sebagai sarana untuk memudahkan dalam penyelesaian. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

1. Alat tulis
2. Laptop
3. Kurva S

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari survei dan pengamatan langsung di Perumahan Griya Tunas Mandiri berupa informasi, pengamatan, wawancara

Metode Analisis Data

Pengolahan dan analisis data metode penjadwalan *Line of Balance* menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* untuk menghitung kembali waktu penggerjaan proyek (*rescheduling*) dan membuat grafik linier.

Rumus perhitungan *Line of Balance* sebagai berikut:

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

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

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

$$N = \frac{M \times \text{unit target mingguan}}{\text{jam kerja per minggu}}$$

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

4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)

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

$$A = n \times H$$

6. Menentukan rataan actual kelompok kerja yang digunakan (R)

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

7. Menentukan waktu penggerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t)

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

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

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

9. Menentukan buffer time (B)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Proyek perumahan Griya Tunas Mandiri ini berlokasi di Kelurahan Dulomo Utara Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo. Proyek perumahan Griya Tunas Mandiri ini terdiri dari 157 unit dengan type 36/90 m². Pelaksanaan proyek perumahan Griya Tunas Mandiri dimulai pada tanggal 2 Agustus 2018 dan berlangsung hingga saat ini.

1. Data Penelitian

Tabel 1 Data jumlah pekerja

No.	Jenis Kegiatan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	2	1
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	6	2
3	Pekerjaan Beton	6	14
4	Pekerjaan Kayu/Kaca/Besi	5	5
5	Pekerjaan Plafond	2	2
6	Pekerjaan Pelapis Lantai	3	2
7	Pekerjaan Atap	6	1
8	Pekerjaan Gantungan dan Pengaman	2	7
9	Pekerjaan Pengecatan	2	2
10	Pekerjaan Instalasi Listrik	2	5
11	Pekerjaan Air Bersih	2	5
12	Pekerjaan Kusen	3	5

Rekapitulasi Variabel Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Jumlah pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan (hari)	M (jam perunit)	N (orang)	n (orang perkelompok)	H (kelompok kerja)	A (jumlah pekerja)	R (rataan aktual)	t (waktu)	T (jarak waktu)	B (buffer)
1	Pekerjaan Persiapan	2	1	20	3,33	2	2	4	12	1	69,5	0
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	6	2	120	20	4	6	24	12	3	69,5	1
3	Pekerjaan Beton	6	14	840	140	8	10	80	5,7	10,5	69	3
4	Pekerjaan Kayu/Kaca/Besi	5	5	250	41,67	2	6	12	2,9	12,5	67,9	0
5	Pekerjaan Plafond	2	2	40	6,67	2	6	12	18,0	2	69,7	1
6	Pekerjaan Pelapis Lantai	3	2	60	10	3	5	15	15,0	2	69,6	2
7	Pekerjaan Atap	6	1	60	10	6	4	24	24,0	1	69,8	1
8	Pekerjaan Gantungan dan Pengamanan	2	7	140	23,33	3	1	3	1,3	4,7	65,3	0
9	Pekerjaan Pengecatan	2	2	40	6,67	4	4	16	24	1	69,8	0
10	Pekerjaan Instalasi Listrik	2	5	100	16,67	2	3	6	3,6	5	68,3	1
11	Pekerjaan Air Bersih	2	5	100	16,67	3	3	9	5,4	3,3	68,9	2
12	Pekerjaan Kusen	3	5	150	25	3	4	12	4,8	5	68,8	2

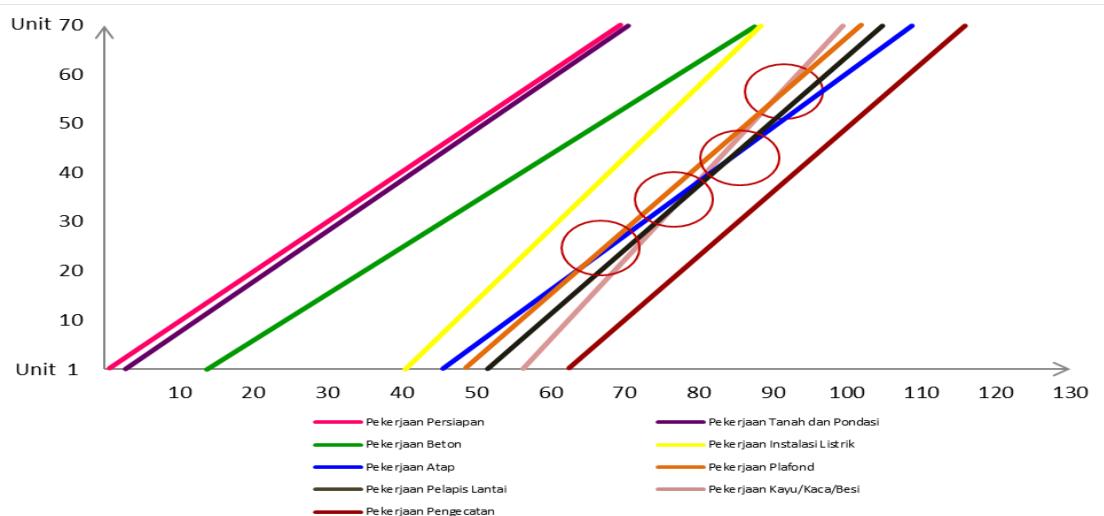
Jenis Kegiatan	t	T	B	start day unit 1	start day unit 70			urutan kelompok
Pekerjaan Persiapan	1	69,5	0		0	0+69,5=69,5	69,5	1
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	3	69,5	1	0+1+0=1	1	1+69,5=70,5	70,5	2
Pekerjaan Beton	10,5	69	3	1+1+3=5	5	5+69=74	74	74+3+10,5= 87,5
Pekerjaan Kayu/Kaca/Besi	12,5	67,9	0	5+3+10,5=18,5	19	19+67,9=86,9	86,9	86,9+0+12,5=99,4
Pekerjaan Plafond	2	69,7	1	19+0+12,5=31,5	32	32+69,7=101,7	101,7	5
Pekerjaan Pelapis Lantai	2	69,6	2	32+1+2=35	35	35+69,6=104,6	104,6	6
Pekerjaan Atap	1	69,8	1	35+2+2=39	39	39+69,8=108,8	108,8	7
Pekerjaan Gantungan dan Pengaman	4,7	65,3	0	99,4-65,3=34,1	35	35+65,3=100,3	100,3	8
Pekerjaan Pengecatan	1	69,8	0	41+0+4,7=45,7	46	46+69,8=115,8	115,8	9
Pekerjaan Instalasi Listrik	5	68,3	1	87,5-68,3=19,2	20	20+68,3=88,3	88,3	3
Pekerjaan Air Bersih	3,3	68,9	2	87,5-68,9=18,6	19	19+68,9=87,9	87,9	3
Pekerjaan Kusen	5	68,8	2	87,5-68,8=18,7	19	19+68,8=87,8	87,8	3

Diagram Line of Balance

Sesuai dengan langkah selanjutnya untuk membuat diagram *Line of Balance* yaitu dengan rekapitulasi data hari memulai pekerjaan dan durasi yang sesuai dengan urutan kelompok kerja. Ditunjukkan pada pada tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi mulai unit pekerjaan

No.	Jenis Kegiatan	Durasi persiklus pekerjaan (hari)	Start Paket Unit 70 (hari)	Start Paket Unit 1 (hari)	Finish Paket (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	2	69,5	0	71,5
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	11	70,5	2	81,5
3	Pekerjaan Beton	27	87,5	13	114,5
4	Pekerjaan Instalasi Listrik	5	88,3	40	93,3
5	Pekerjaan Atap	3	108,8	45	111,8
6	Pekerjaan Plafond	3	101,7	48	104,7
7	Pekerjaan Pelapis Lantai	5	104,6	51	109,6
8	Pekerjaan Kayu/Kaca/Besi	6	99,4	56	105,4
9	Pekerjaan Pengecatan	6	115,8	62	121,8



Pada diagram LOB diatas terdapat perbedaan kemiringan diagram disetiap pekerjaan. Kemiringan diagram tersebut menjelaskan durasi penggerjaan setiap jenis pekerjaan, semakin landai kemiringan diagram maka semakin lama proses penggerjaannya sedangkan semakin curam ketinggian diagram maka semakin cepat proses penggerjaannya. Dari gambar juga ditunjukkan beberapa jenis pekerjaan yang grafiknya saling memotong antara lain sebagai berikut:

1. Diagram pekerjaan plafond yang memotong diagram pekerjaan atap.
2. Diagram pelapis lantai yang memotong pekerjaan kayu/kaca/besi.

Dari hasil pengamatan diagram yang saling berpotongan diatas maka dapat dilakukan trial penundaan pada diagram yang mengalami perpotongan tersebut.

Rekapitulasi dan Analisis Trial Penundaan Pada Metode LOB

Dari diagram yang saling berpotongan maka dilakukan trial penundaan, berikut ini ditunjukkan pada rekapitulasi hasil dari semua trial yang

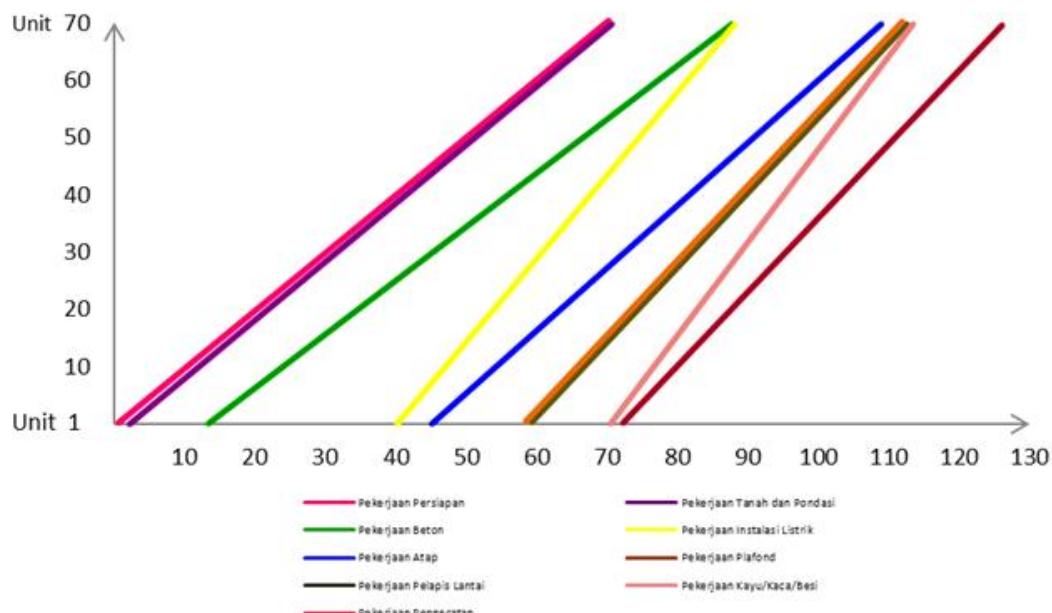
dilakukan berdasarkan situasi yang tidak saling berpotongan.

Berdasarkan rekapitulasi penundaan pada tabel mulai terjadi penundaan pada pekerjaan ke 6 (pekerjaan plafond) selama 10 hari. Dan penundaan dengan durasi yang sangat besar yaitu pada penundaan yang terjadi pada pekerjaan ke 8 (pekerjaan kayu/kaca/besi). Dari diagram *Line of Balance* yang sudah mengalami penundaan pada gambar tampak durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan menjadi 132 hari, dimana pada diagram itu menunjukkan bentuk grafik yang tidak saling memotong.

Penundaan Pada Metode LOB

Berdasarkan gambar 1 diperkirakan waktu penyelesaian untuk proyek Pembangunan Perumahan Griya Tunas Mandiri sebanyak 70 unit akan selesai dalam waktu 122 hari. Namun harus dilakukan penundaan karena terdapat grafik unit pekerjaan yang saling memotong. Berikut merupakan *trial* penundaan pada metode *Line of Balance* ditunjukkan pada gambar 4.

No.	Jenis Kegiatan	Durasi persiklus pekerjaan (hari)	Start Paket Unit 70 (hari)	Start Paket Unit 1 (hari)	Finish Paket (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	2	69,5	0	71,5
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	11	70,5	2	81,5
3	Pekerjaan Beton	27	87,5	13	114,5
4	Pekerjaan Instalasi Listrik	5	88,3	40	93,3
5	Pekerjaan Atap	3	108,8	45	111,8
6	Pekerjaan Plafond	3	101,7	48	104,7
7	Pekerjaan Pelapis Lantai	5	104,6	51	109,6
8	Pekerjaan Kayu/Kaca/Besi	6	99,4	56	105,4
9	Pekerjaan Pengecatan	6	115,8	62	121,8



Dari gambar 4.2 diketahui setelah dilakukan *trial* penundaan maka tidak terjadi kembali potongan antar diagram sehingga trial penundaan berhasil.

Pada penjadwalan *existing* proyek Pembangunan Perumahan Griya Tunas Mandiri menggunakan penjadwalan dengan metode konvensional yang hanya berpedoman pada kurva-s proyek. Diketahui dari jadwal *existing* proyek untuk penyelesaian 70 unit pembangunan rumah diperlukan waktu selama 400 hari. Sedangkan pada penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* hanya diperlukan waktu selama 132 hari.

Artinya proyek akan lebih cepat jika menggunakan metode *Line of Balance*, dengan selisih durasi yang sangat signifikan yaitu 268 hari.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penjadwalan menggunakan *Line of Balance* pada proyek Pembangunan Perumahan Griya Tunas Mandiri menghasilkan durasi proyek selama 132 hari.

2. Jika melihat sisi efektivitas dan efisiensi dalam durasi waktu, perbandingan penjadwalan menggunakan *Line of Balance* yang hanya berdurasi 132 hari, dengan penjadwalan *existing* yang berdurasi 400 hari terdapat selisih yang cukup besar yaitu 268 hari. Selisih tersebut membuat *Line of Balance* lebih baik digunakan pada proyek tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis terkhusus kepada pembimbing Bapak Arfan Utiarahman S.T., M.T. dan Bapak Dr. M. Yusuf Tuloli, S.T., M.T serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

REFERENSI

- Ervianto, I. W., 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Presiden Republik Indonesia, 2021. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2021 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Soeharto, I., 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I., 2001. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jilid 2, Jakarta: Erlangga.
- Tuloli, M. Y., 2004. *Penerapan crash program untuk mengoptimasi biaya dan waktu pada proyek konstruksi*. Gorontalo: Jurnal Teknik UNG.