

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PADA PEKERJAAN REPETITIF PERUMAHAN T36/135 DENGAN METODE *LINE OF BALANCE* (LOB) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM)

Elvina Juesmin¹, Fepy Supriani², Hardiansyah³, Annisa Fitria Edriani⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

E-mail: elvinajuesmine@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:

29 Agustus 2022

Direvisi:

19 September 2022

Disetujui terbit:

10 Desember 2022

Diterbitkan:

Cetak:

13 Januari 2023

Online

13 Januari 2023

Abstract: In housing projects, many work items are repetitive work. A project schedule that does not take into account repetitive work can lead to delays in project completion time. Proper scheduling methods will need to be applied so that project resources can be used effectively and efficiently. The research aims to analyze project scheduling and know the effectiveness of repetitive job scheduling projects in the building housing project. The study is performed by using Line Of Balance (LOB) which is a method of using the operating balance for each on-going performance work. Precedence Diagrams Method (PDM) shows critical tasks that can not be shown by LOB. The subject of this research is the construction of 10 houses sized 35/135 m² in which 15 workers were employed. The results show that the duration needed to complete the project is 69 days. Compared to the existing duration (78 days) there is a 9 days difference. The effectiveness of scheduling is 11,5%.

Keyword: Line of Balance, Precedence Diagram Method, Repetitive Project, Scheduling.

Abstrak: Pada proyek pembangunan perumahan, banyak item pekerjaan merupakan pekerjaan berulang (repetitif). Jadwal proyek yang tidak memperhitungkan pekerjaan berulang dapat menyebabkan keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Metode penjadwalan yang tepat perlu diterapkan agar sumber daya proyek dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek dan mengetahui efektifitas penjadwalan untuk pekerjaan repetitif pada proyek pembangunan perumahan. Penelitian dilakukan menggunakan 2 metode yaitu metode Line of Balance dan *Precedence Diagram Method* (PDM). Metode *Line Of Balance* (LOB) merupakan metode dengan menggunakan keseimbangan operasi untuk setiap pekerjaan dengan kinerja yang terus-menerus. Penjadwalan LOB dilakukan agar tidak adanya penundaan pekerjaan. Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menunjukkan kegiatan kritis yang tidak ditampilkan oleh metode LOB. Subjek penelitian ini adalah pembangunan 10 unit rumah tipe 36/135m² dengan jumlah pekerja 15 orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi penyelesaian proyek 69 hari. Jika dibandingkan dengan durasi *existing* proyek (78 hari) terdapat selisih 9 hari. Efektifitas pelaksanaan penjadwalan sebesar 11,5%.

Kata Kunci: *Line Of Balance*, *Precedence Diagram Method*, Proyek Repetitif, Penjadwalan.

PENDAHULUAN

Manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengatur serta mengendalikan sumber daya proyek untuk mencapai tujuan akhir yang telah ditentukan (Rani, 2016). Proyek konstruksi yang melaksanakan pekerjaan sama dan berulang sering ditemukan di lapangan salah satunya yaitu proyek perumahan. Pekerjaan yang sama dan berkelanjutan membutuhkan pemakaian sumber daya yang berkelanjutan. Proyek multi unit digolongkan sebagai kegiatan pekerjaan yang berulang (repetitif), beberapa kasus muncul sebagai perincian dari kegiatan yang bersifat umum menjadi kegiatan yang bersifat khusus. Penjadwalan proyek yang tidak memperhitungkan kegiatan pekerjaan yang berulang ini akan menyebabkan unit pekerjaan yang berulang tersebut mengalami penundaan (Sanjaya, 2014).

Perencanaan penjadwalan proyek multi unit dengan pengulangan pekerjaan dapat meminimalkan durasi proyek dengan memperhatikan faktor kontinuitas sumber daya. Umumnya perumahan di Kota Bengkulu masih menggunakan metode Kurva S. Metode Kurva S sering digunakan dalam penjadwalan pada proyek konstruksi karena dapat menunjukkan progres proyek yang disajikan dalam bentuk kurva berdasarkan pekerjaan, waktu dan bobot pekerjaan. Metode Kurva S dianggap kurang efektif pada pekerjaan berulang karena tidak dapat mempertahankan kontinuitas penggunaan sumber daya (Sanjaya, 2014).

Metode *Line Of Balance* (LOB) adalah metode penjadwalan yang cocok digunakan dalam pekerjaan berulang seperti proyek perumahan (Sanjaya, 2014). Metode *Line Of Balance* menggunakan keseimbangan operasi untuk tiap-tiap pekerjaan dengan kinerja yang terus-menerus (Aulia dkk., 2017). Pekerjaan yang *overlapping* dapat diminimalkan dengan mengatur sumberdaya proyek melalui perencanaan garis keseimbangan yang tidak berpotongan.

Precedence Diagram Method (PDM) adalah metode jaringan kerja yang

dapat menunjukkan hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek secara spesifik (Hutagaol dkk., 2013). Kombinasi yang digunakan dengan metode *Line Of Balance* dapat dilakukan pekerjaan dalam jumlah dan unit yang sama dengan durasi pekerjaan yang lebih singkat akibat penggunaan tenaga kerja yang terus menerus. *Precedence Diagram Method* berfungsi untuk menampilkan kegiatan kritis yang terdapat pada penjadwalan.

Sanjaya (2014) melakukan studi perbandingan penjadwalan proyek metode *Line of Balance* (LoB) dan *Precedence Diagram Method* (PDM) pada pekerjaan berulang (repetitif), yang dilakukan di proyek perumahan dengan sampel 3 unit rumah. Hasil yang diperoleh durasi waktu untuk 3 unit rumah adalah 58 minggu dengan penggunaan tenaga kerja yang kontinu. Halimi (2018) melakukan analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Line of Balance* terhadap 90 unit rumah yang didasarkan pada bentuk pekerjaan yang tipikal setiap unit. Hasil analisis dan perhitungan yang didapat yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan perumahan 90 unit yaitu selama 171 hari. Penggunaan metode *Line Of Balance* (LOB) dan *Precedence Diagram Method* (PDM) sudah mulai digunakan untuk menganalisis penjadwalan pada proyek repetitif baik untuk proyek jalan, gedung dan perumahan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek dan mengetahui efektifitas penjadwalan untuk pekerjaan repetitif pada proyek pembangunan perumahan tipe 36/135 untuk 10 unit rumah. Penggunaan metode *Line Of Balance* (LOB) dengan keseimbangan operasi untuk setiap pekerjaan dengan kinerja yang terus-menerus sehingga tidak adanya penundaan pekerjaan. Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menunjukkan kegiatan kritis yang tidak ditampilkan oleh metode LOB. Kegiatan kritis yang ditampilkan pada metode PDM perlu perhatian khusus karena tidak boleh

terjadi keterlambatan sehingga proyek dapat selesai tepat waktu. Hasil dari penjadwalan akan dibandingkan dengan kondisi lapangan untuk kasus pada penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Pekerjaan Repetitif

Pekerjaan repetitif atau pekerjaan berulang adalah kegiatan-kegiatan didalamnya yang diulang dalam unit yang sama (Jaskowski, 2015). Proyek konstruksi yang terdapat pekerjaan repetitif yaitu pembangunan gedung bertingkat, jalan raya, dan perumahan. Konstruksi gedung bertingkat dengan pengulangan pekerjaan pada segmen-segmen lantai, ruas-ruas jalan pada konstruksi jalan raya dan konstruksi perumahan dengan pengulangan pekerjaan yang sama pada setiap unit rumah (Aulia dkk., 2017).

Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kondisi waktu dimana setiap pekerjaan harus selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis. Proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek (Erviyanto, 2009).

Metode penjadwalan dilakukan untuk mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, selesai tepat pada waktunya dan tidak terjadi pengurangan mutu pekerjaan ataupun penambahan anggaran biaya (Suparno, 2016).

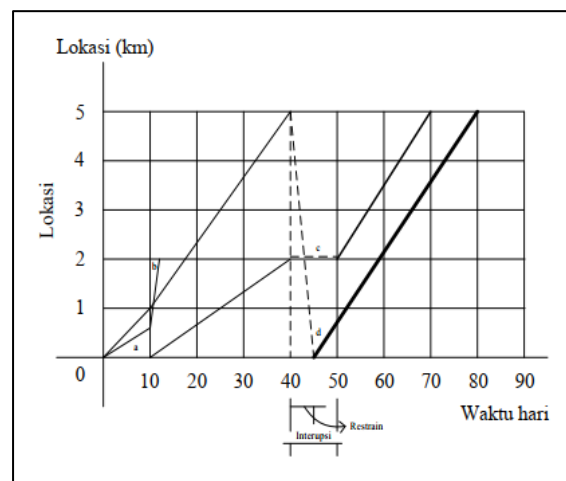
Line Of Balance

Metode *Line Of Balance* adalah salah satu teknik penjadwalan yang digunakan untuk perencanaan dan penjadwalan

proyek dengan kegiatan yang bersifat linear dan repetitif. Metode LOB baik digunakan pada proyek yang melakukan pekerjaan berulang seperti proyek perumahan, jalan, terowongan, irigasi, penanaman pipa, gedung bertingkat banyak (Simamora, 2008). Proyek konstruksi yang Grafik *Line Of Balance* dapat dilihat pada Gambar 1.

Line Of Balance memiliki bentuk dasar presentasi yaitu (Rani, 2016) :

1. Sumbu vertikal menunjukkan lokasi sepanjang suatu proyek atau juga kuantitas pekerjaan yang diselesaikan untuk pekerjaan-pekerjaan repetitif.
2. Sumbu horizontal menunjukkan waktu pelaksanaan proyek.
3. Kegiatan-kegiatan digambarkan dalam bentuk garis-garis lurus diagonal.
4. Kecepatan kemajuan pekerjaan yang direncanakan dengan mudah dan lokasi kegiatan yang sedang berlangsung diperlihatkan pada gambar.



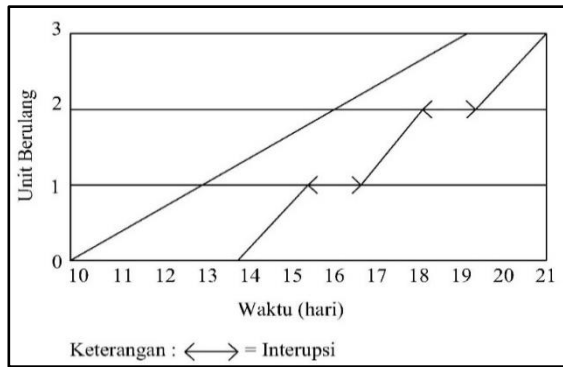
Gambar 1. Grafik *Line Of Balance*

Beberapa elemen dasar *Line Of Balance* yaitu :

1. Interupsi

Suatu kegiatan yang menunjukkan adanya garis putus kegiatan untuk menunjukkan penghentian atau penundaan pekerjaan suatu waktu

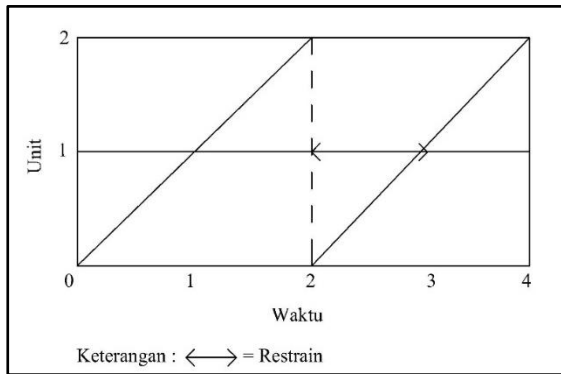
tertentu. Interupsi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Interupsi

2. Restrain

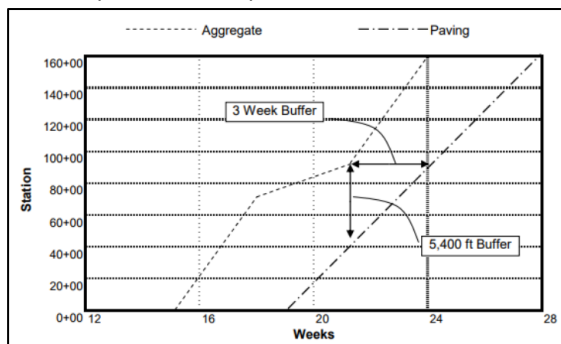
Restrain adalah tertundanya pekerjaan karena pekerjaan sebelumnya belum selesai. *Restrain* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Restrain

3. Buffer

Buffer merupakan jarak antar dua kegiatan, terdapat dua jenis *buffer* yaitu *times buffer* dan *distance/space buffer*. *Buffer* dapat dilihat pada Gambar 4.

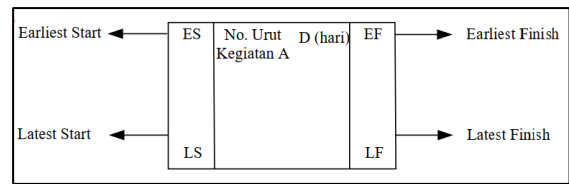


Gambar 4. Buffer

Precedence Diagram Method (PDM)

Precedence Diagram Method merupakan jaringan kerja yang kegiatannya digambarkan oleh lambang

segi empat dalam bentuk *node* dengan anak panah sebagai penunjuk hubungan antara waktu mulai dan waktu selesai (Rani, 2016). Contoh *node* PDM dapat dilihat pada Gambar 5.

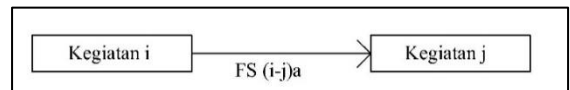


Gambar 5. Node PDM

Precedence Diagram Method terdapat 4 peristiwa, yaitu :

1. Hubungan selesai ke mulai – *Finish Start* (FS)

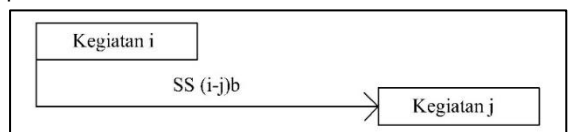
Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya. Hubungan *finish start* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan FS

2. Hubungan mulai ke mulai – *Start Start* (SS)

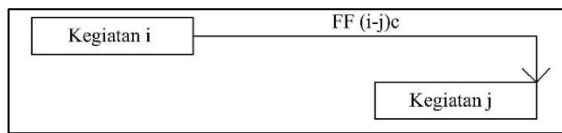
Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya. Hubungan *start start* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan SS

3. Hubungan selesai ke selesai – *Finish Finish* (FF)

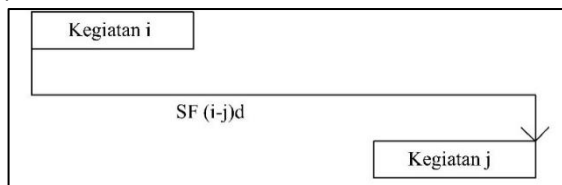
Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya. Hubungan *finish finish* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan FF

4. Hubungan mulai ke selesai – *Start Finish* (SF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya. Hubungan *start finish* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan SF

Microsoft project merupakan *software* administrasi proyek yang dapat membantu merencanakan, mengelola dan pelaporan data-data dari suatu proyek (Azmi, 2013). *Microsoft project* dapat menampilkan lintasan kritis untuk menghindari terjadinya keterlambatan pada pekerjaan. Langkah-langkah penjadwalan jaringan kerja menggunakan *microsoft project* adalah sebagai berikut :

1. Memasukan tanggal dimulainya proyek
Klik menu *project information*, pilih *schedule form > project start date > start date*
2. Memasukkan data kegiatan proyek dan durasi
Ketikkan nama pekerjaan pada kolom *task name* dan durasi pekerjaan pada kolom *duration*.
3. Membuat hubungan antar pekerjaan
Hubungan antar pekerjaan dibuat pada kolom *Predecessor*. Hubungan ketergantungan pada *microsoft project* yaitu : *Finish to Start* (FS), *Start to*

Start (SS), *Finish to Finish* (FF), *Start to Finish* (SF).

Memasukan relasi pekerjaan, klik pekerjaan yang hendak kita hubungkan lalu klik menu *project information > ID > Type*.

4. Menyusun hari kerja dan jam kerja
Klik menu *tools > change working time > work weeks > details*, untuk hari libur, klik tanggal yang akan disetel libur kemudian pilih *exceptions*.
5. Menentukan jumlah sumber daya
Klik dua kali pada item pekerjaan > klik menu *resources > unit > input data resource*.
6. Menyimpan rencana jadwal
Klik menu *tools > tracking > set baseline > entire project > OK*

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu wawancara dan pengambilan data-data proyek dari pihak kontraktor/developer diperumahan tipe 36 yang melakukan kegiatan repetitif. Wawancara dilakukan secara bebas terpimpin. Wawancara dilakukan dengan pihak developer yang bertanggung jawab atas proyek. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder diuraikan sebagai berikut :

1. Data Primer

Hasil wawancara dengan pihak kontraktor/developer yaitu berupa hubungan antar ketergantungan kegiatan proyek, produktifitas pekerjaan, jumlah dan alokasi pekerja, durasi pekerjaan dan durasi total proyek.

2. Data Sekunder

Time schedule dengan metode *barchart* dan kurva S, rencana anggaran biaya (RAB), dan gambar kerja (*shop drawing*) yang diperoleh dari pihak kontraktor/developer.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian adalah durasi lama

pelaksanaan pekerjaan yang terdiri dari, yaitu sebagai berikut :

1. Jumlah pekerja dan durasi per jenis pekerjaan per unit.
2. Jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan = M
3. Jumlah total pekerja pada kelompok kerja mingguan (teoritis) = N
4. Estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan = n
5. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = A
6. Jumlah kelompok kerja (aktual) = H
7. Rataan *actual* kelompok kerja yang digunakan = R
8. Waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit = t
9. Jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir = T
10. *Buffer time* = B

Metode Pengolahan Data

Metode yang digunakan dalam penjadwalan ini yaitu *Line Of Balance* dan *Precedence Diagram Method*.

Pengolahan data metode penjadwalan LOB menggunakan bantuan *worksheet*. Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode LOB adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi aktivitas yang bersifat sama dan berulang.
2. Menentukan urutan kegiatan dan logika ketergantungan.
3. Membagikan kelompok per pekerjaan.
4. Menghitung jumlah jam kerja efektif dan rencana waktu pekerjaan.
5. Menghitung jam kerja per kelompok pekerjaan dan menentukan jumlah kelompok kerja.
6. Menentukan waktu mulai pekerjaan per unit dan unit terakhir.
7. Membuat jadwal LOB.
8. Menentukan *buffer time*.
9. Menggambar diagram penjadwalan.

Pengolahan data pada metode *Precedence Diagram Method* menggunakan bantuan *worksheet*. Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode PDM adalah sebagai berikut :

1. Mengisi *task name* pada *microsoft project*

2. Menginput data kegiatan proyek dan durasi pekerjaan ke *microsoft project*.
3. Membuat hubungan antar pekerjaan pada *microsoft project (Predecessors)*.
4. Menganalisis *Float*.
5. Menggambar diagram penjadwalan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data proyek merupakan rangkaian pekerjaan pada 1 unit pembangunan perumahan tipe 36/135. Data yang didapatkan kemudian digunakan untuk menganalisis 10 unit perumahan dengan tipe yang sama. Pembangunan 10 unit rumah tipe 36/135 pada perumahan Villa Pabitei berdasarkan hasil wawancara dengan pihak kontraktor membutuhkan durasi waktu selama 78 hari.

Rangkaian pekerjaan pada penjadwalan ulang akan dikelompokkan sesuai dengan penggunaan kelompok tenaga kerja. Item pekerjaan dengan kelompok tenaga kerja yang sama dapat disederhanakan menjadi satu garis penjadwalan. Tenaga kerja yang digunakan dalam pembangunan 1 unit rumah berjumlah 3 orang.

Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode LOB

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis pekerjaan, jumlah pekerja dan durasi pekerjaan. Pekerjaan pembangunan rumah dibuat penguraian dengan *work breakdown structure*.

Data tersebut kemudian dianalisis sehingga didapatkan urutan kegiatan serta logika ketergantungan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Logika Ketergantungan

N o.	Jenis Pekerjaan	Predecessor	Successor	Kelompok Pekerjaan
1	Pekerjaan persiapan	-	Pekerjaan tanah	1
2	Pekerjaan tanah	Pekerjaan persiapan	Pekerjaan pondasi	2
3	Pekerjaan pondasi a. sloof b. sanitary	Pekerjaan tanah	Pekerjaan kolom	3
4	Pekerjaan kolom	Pekerjaan pondasi	Pekerjaan dinding	4
5	Pekerjaan dinding a. ring balok b. kusen pintu,	Pekerjaan kolom	Plesteran/ aci	5

	jendela			
	c. pekerja an pipa			
	d. pekerja an instalasi listrik			

Tabel 1 (Lanjutan)

No.	Jenis Pekerjaan	Predecessor	Successor	Kelompok Pekerjaan
6	Plesteran/ aci	Pekerjaan dinding	Rangka dan penutup atap	6
7	Rangka dan penutup atap a. Pasang rangka b. Pasang atap	Plesteran/ aci	Pekerjaan plafond	7
8	Pekerjaan plafond	Rangka dan penutup atap	Pekerjaan pelapis lantai	8
9	Pekerjaan lantai	Pekerjaan plafond	Finishing	9
10	Finishing a. pekerjaan cat b. pembersihan	Pekerjaan lantai	-	10

Tahap awal yang dilakukan yaitu menggabungkan kegiatan yang menggunakan garis penjadwalan yang sama. Selanjutnya, menentukan waktu selesai kegiatan dengan menambahkan durasi pekerjaan dengan waktu mulai unit ke 10. Penggambaran diagram *Line Of Balance* berdasarkan data Rekapitulasi waktu mulai unit pekerjaan yang terdapat pada Tabel 2 dengan memasukkan jenis pekerjaan, durasi persiklus pekerjaan, mulai dan selesai paket unit pekerjaan. Diagram *Line Of Balance* pada Gambar 10 memperlihatkan masih adanya komplik kegiatan yang dapat menyebabkan beberapa penundaan pekerjaan.

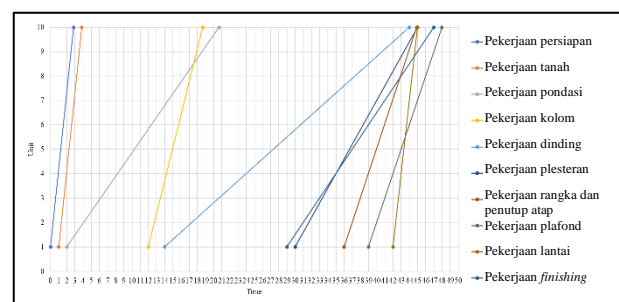
Tabel 2 Rekapitulasi Waktu Mulai Unit Pekerjaan.

Kegiatan Urutan Kelompok	Jenis Pekerjaan	Durasi Per Siklus Pekerjaan (Hari)	Mulai Paket Unit ke 1 (Hari)	Mulai Paket Unit ke 10 (Hari)	Selesai Paket (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	1	0	2	3
2	Pekerjaan Tanah	1	1	3	4
3	Pekerjaan Pondasi	7	2	14	21
4	Pekerjaan Kolom	3	12	16	19

Tabel 2 (Lanjutan)

Kegiatan Urutan Kelompok	Jenis Pekerjaan	Durasi Per Siklus Pekerjaan (Hari)	Mulai Paket Unit ke 1 (Hari)	Mulai Paket Unit ke 10 (Hari)	Selesai Paket (Hari)
5	Pekerjaan Dinding	12	14	32	44
6	Pekerjaan Plesteran	4	30	41	45
7	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap	4	36	41	45
8	Pekerjaan Plafond	3	39	45	48
9	Pekerjaan Lantai	1	42	44	45
10	Pekerjaan Finishing	5	29	42	47

Analisis konflik merupakan kegiatan untuk mengetahui pekerjaan yang saling bersilangan. Konflik yang ditimbulkan dapat diatasi dengan melakukan penundaan pada pekerjaan agar terdapat jarak antar kegiatan. Penundaan yang dilakukan terdiri dari pekerjaan sloof selama 3 hari, pekerjaan plesteran selama 2 hari, pekerjaan plafond selama 4 hari dan pekerjaan listrik selama 19 hari.

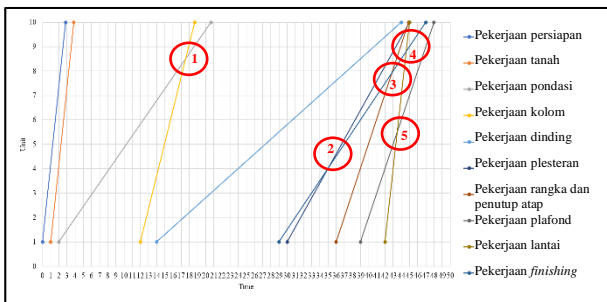


Gambar 10. Diagram *Line Of Balance*

Diagram untuk menganalisis Konflik disajikan pada Gambar 11, dimana

Konflik yang terjadi pada diagram *Line Of Balance* diantaranya :

1. Pekerjaan pondasi dengan pekerjaan kolom.
2. Pekerjaan plesteran dengan pekerjaan finishing.
3. Pekerjaan finishing dengan pekerjaan rangka atap dan penutup atap
4. Pekerjaan finishing dengan pekerjaan lantai.
5. Pekerjaan plafond dengan pekerjaan lantai.



Gambar 11. Analisis Konflik Metode *Line Of Balance*

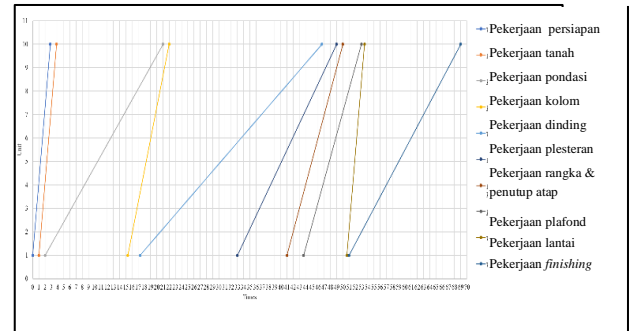
Rekapitulasi waktu mulai dan selesai unit pekerjaan setelah penundaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Waktu Mulai dan Selesai Unit Pekerjaan Setelah Penundaan

Kegiatan Urutan Kelompok	Jenis Pekerjaan	Durasi Per Siklus Pekerjaan (Hari)	Mulai Paket Unit 1 (Hari)	Mulai Paket Unit 10 (Hari)	Selesai Paket (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	1	0	2	3
2	Pekerjaan Tanah	1	1	3	4
3	Pekerjaan Pondasi	7	2	14	21
4	Pekerjaan Kolom	3	15	19	22
5	Pekerjaan Dinding	12	17	35	47
6	Pekerjaan Plesteran	4	33	45	49
7	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap	4	41	46	50
8	Pekerjaan Plafond	3	44	50	53
9	Pekerjaan Lantai	1	51	53	54
10	Pekerjaan Finishing	5	64	51	69

Diagram LOB pada Gambar 12 adalah hasil yang diperoleh setelah melakukan penundaan yaitu durasi lama

pengerjaan untuk 10 unit rumah tipe 36/135 dengan jumlah pekerja 15 orang adalah 69 hari. Grafik pada gambar 12 menunjukkan bahwa tidak ada garis pekerjaan yang saling berpotongan. Penjadwalan proyek menggunakan metode LOB akan lebih cepat dengan pengurangan durasi selama 9 hari dari durasi existing (78hari). Efektifitas pelaksanaan penjadwalan sebanyak 11,5%



Gambar 12. Diagram *Line Of Balance* Setelah Penundaan

Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM

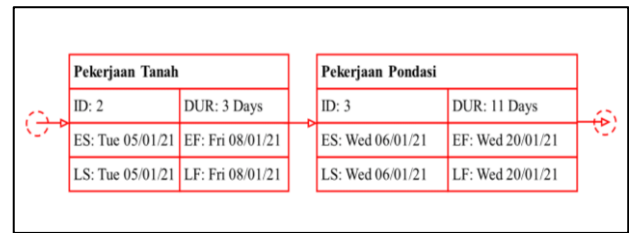
Data yang digunakan pada analisis dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah daftar kegiatan dan durasi pekerjaan yang telah dianalisis sebelumnya dengan menggunakan metode *Line Of Balance*. Analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode PDM dilakukan untuk 10 unit rumah.

Durasi yang digunakan merupakan waktu untuk pelaksanaan 10 unit rumah yang telah dihitung pada metode *line of balance* dan kemudian diuraikan pada Tabel 4. Selanjutnya, hubungan antar kegiatan dan durasi pekerjaan kemudian dianalisis dengan menggunakan microsoft project. Terdapat dua hubungan yang digunakan yaitu *start to start (SS)* dan *Finish to start (FS)*.

Tabel 4 Hubungan Antar Pekerjaan

No.	Jenis Kegiatan (/unit)	Tergantung	Overlap		Durasi (Hari)
			Jenis	LT	
1	Pekerjaan Persiapan	Start	-	-	3
2	Pekerjaan Tanah	1	SS	1	3
3	Pekerjaan Pondasi	2	SS	1	12
4	Pekerjaan Sloof	3	FS	0	6

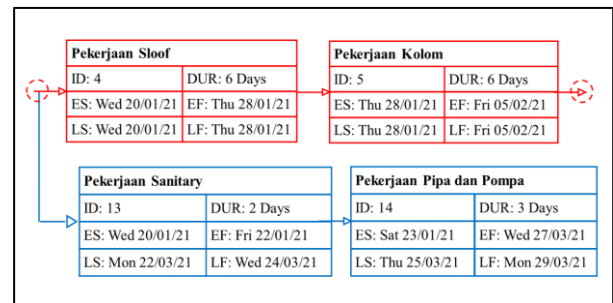
5	Pekerjaan Kolom	4	FS	0	6
6	Pekerjaan Dinding	5	SS	2	17
7	Pekerjaan Ring Balok	6	FS	0	6
8	Pekerjaan Plesteran	6	SS	3	16
9	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap	7	FS	0	9



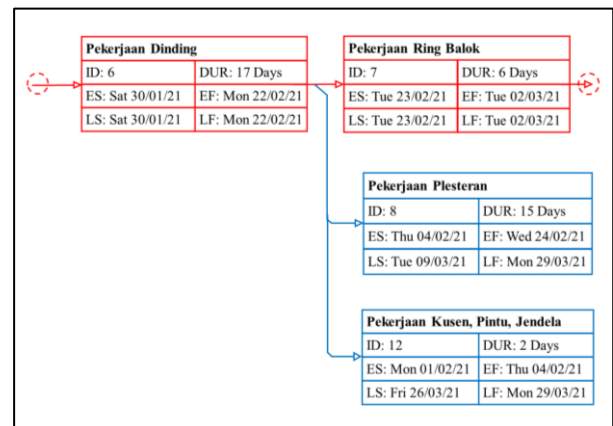
Gambar 14. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (B) Bagian 2

Tabel 4 (Lanjutan)

No.	Jenis Kegiatan (/unit)	Tergantung	Overlap		Durasi (Hari)
			Jenis	LT	
10	Pekerjaan Plafond	9	SS	1	9
11	Pekerjaan Lantai	10	SS	1	3
12	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela	6	SS	1	2
13	Pekerjaan Sanitary	3	FS	0	3
14	Pekerjaan Pipa Dan Pompa	13	FS	0	3
15	Pekerjaan Listrik	9	SS	1	9
16	Pekerjaan Pengecatan	10	FS	0	12
17	Pekerjaan Finishing	16	SS	1	3

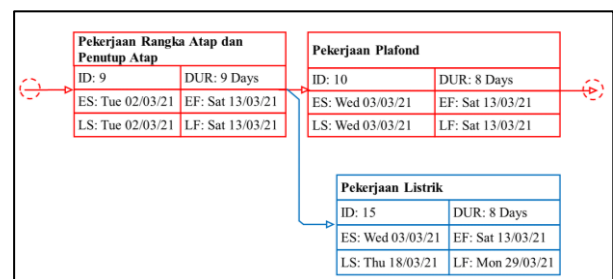


Gambar 15. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (C) Bagian 3

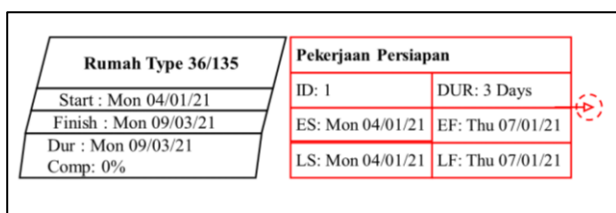


Gambar 16. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (D) Bagian 4

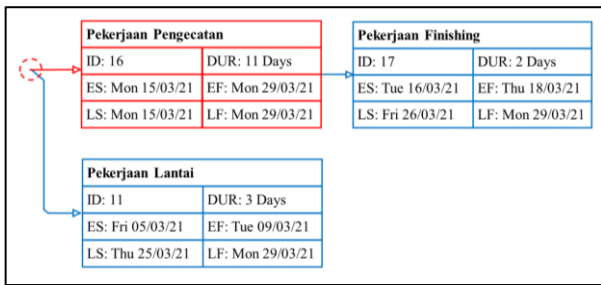
metode PDM pada dasarnya merupakan diagram jaringan (*network diagram*) sehingga hubungan antar kegiatan dapat ditunjukkan dengan menggunakan garis/anak panah. Data hubungan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan kemudian diinput kemudian dianalisis dengan menggunakan *microsoft project* sehingga menghasilkan diagram yang menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang berlangsung pada penjadwalan, seperti terlihat pada gambar 13 sampai dengan gambar 18.



Gambar 17. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (E) Bagian 5



Gambar 13. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (A) Bagian 1



Gambar 18. Precedence Diagram 10 Unit Rumah Tipe 36/135 (F) Bagian 6

Durasi yang diperoleh sama dengan penjadwalan menggunakan metode LOB yaitu 69 hari, karena durasi pekerjaan tiap item pekerjaan dan ketergantungan antar pekerjaan yang dipakai sama, serta jumlah pekerja yang digunakan juga sama. Output microsoft project pada *precedence Diagram* ditunjukkan pada digram berwarna merah. Hasil pekerjaan kritis yang dapat dilihat pada Tabel 5. Pekerjaan kritis memerlukan perhatian khusus untuk semua sumber daya sehingga pekerjaan dapat selesai tepat waktu. Keterlambatan kegiatan kritis mempengaruhi kegiatan langsung setelahnya.

Tabel 5 Pekerjaan Kritis

No.	Jenis Kegiatan	Durasi	Date				Status
			ES	EF	LS	LF	
1	Pekerjaan Persiapan	3	Mon 04/01/21	Thu 07/01/21	Mon 04/01/21	Thu 07/01/21	Kritis
2	Pekerjaan Tanah	3	Tue 05/01/21	Fri 08/01/21	Tue 05/01/21	Fri 08/01/21	Kritis
3	Pekerjaan Pondasi	12	Wed 06/01/21	Thu 21/01/21	Wed 06/01/21	Thu 21/01/21	Kritis
4	Pekerjaan Sloof	6	Thu 21/01/21	Fri 29/01/21	Thu 21/01/21	Fri 29/01/21	Kritis
5	Pekerjaan Kolom	6	Fri 29/01/21	Sat 06/02/21	Fri 29/01/21	Sat 06/02/21	Kritis
6	Pekerjaan Dinding	17	Mon 01/02/21	Wed 24/02/21	Mon 01/02/21	Wed 24/02/21	Kritis
7	Pekerjaan Ring Balok	6	Wed 24/02/21	Wed 03/03/21	Wed 24/02/21	Wed 03/03/21	Kritis
8	Pekerjaan Plesteran	16	Thu 04/02/21	Thu 25/02/21	Mon 15/03/21	Mon 05/04/21	-
9	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap	9	Wed 03/03/21	Tue 16/03/21	Wed 03/03/21	Tue 16/03/21	Kritis
10	Pekerjaan	9	Mon	Fri	Mon	Fri	Kritis

	Plafond		08/03/21	19/03/21	08/03/21	19/03/21	
11	Pekerjaan Lantai	3	Tue 09/03/21	Fri 12/03/21	Wed 31/03/21	Mon 05/04/21	-
12	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela	2	Wed 03/02/21	Fri 05/02/21	Thu 01/04/21	Mon 05/04/21	-
13	Pekerjaan Sanitary	2	Thu 21/01/21	Tue 26/01/21	Sat 27/03/21	Wed 31/03/21	-
14	Pekerjaan Pipa dan Pompa	3	Tue 26/01/21	Fri 29/01/21	Wed 31/03/21	Mon 05/04/21	-

Tabel 5 (Lanjutan)

No.	Jenis Kegiatan	Durasi	Date				Status
			ES	EF	LS	LF	
15	Pekerjaan Listrik	9	Fri 05/03/21	Wed 17/03/21	Tue 23/03/21	Mon 05/04/21	-
16	Pekerjaan Pengecatan	12	Fri 19/03/21	Mon 05/04/21	Fri 19/03/21	Mon 05/04/21	Kritis
17	Pekerjaan Finishing	3	Sat 20/03/21	Wed 24/03/21	Wed 31/03/21	Mon 05/04/21	-

Keterangan:
 ES : Earliest Start
 EF : Earliest Finish
 LS : Late Start
 LF : Late Finish

Kegiatan kritis pada hasil penelitian menunjukkan bahwa kegiatan tersebut memiliki *earliest start* dan *latest start* yang sama. Kegiatan kritis itu didapat dikarenakan tidak adanya waktu tenggat pada penyusunan jadwal disuatu pekerjaan. Durasi pekerjaan yang diperoleh dengan menggunakan metode PDM sama dengan durasi pekerjaan pada metode LOB yaitu selama 69 hari.

KESIMPULAN

1. Penjadwalan dengan menggunakan *Line Of Balance* dan *Precedence Diagram Method* menghasilkan durasi proyek selama 69 hari.
2. Metode PDM melengkapi penggunaan metode LOB untuk menghasilkan hubungan antar kegiatan yang menunjukkan kegiatan kritis.
3. Metode LOB dan PDM menghasilkan durasi pekerjaan proyek yang lebih efisien dibanding penjadwalan existing, ditunjukkan dengan selisih waktu 9 hari

(efektifitas penjadwalan sebesar 11,5%).

SARAN

Saran yang akan disampaikan setelah melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan metode LOB lebih baik digunakan pada proyek yang memiliki pekerjaan yang sama dan berulang.
2. Penelitian dapat dilengkapi dengan membandingkan anggaran biaya sekaligus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Developer perumahan Pabitei dan pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, M.A., Farisi, A.H., Wibowo, M.A., & Hidayat, A., 2017, Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan *Line Of Balance* pada Proyek Konstruksi Repetitif (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Candiland-Semarang), *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol. 6, No. 1, : Hal 127-137.
- Azmi, Z., 2013, Menggunakan Microsoft Project untuk Keberhasilan Proyek, *Jurnal Saintikom* Vol. 12, No.1.
- Ervianto, W. I., 2009, Manajemen Proyek Konstruksi, Graha Ilmu, Jakarta.
- Halimi, J., 2018, Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Metode *Lsm (Linier Scheduling Method/Line Of Balance)*(*Rescheduling Analysis With Lsm/LoB Method*).
- Hutagaol, J.D., Sendi, S., Wibowo, M.A., & Santoso, T.D., 2013, Perbandingan Metode *Critical Path Method (Cpm)*, *Precedence Diagram Method (PDM)*, dan *Line Of Balance (LOB)* terhadap Proyek Repetitif, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol.2, No.1 : Hal 205-227.
- Jaskowski, P., 2015, *Repetitive Construction Process Scheduling Using Mixed-Integer Linear Programming*, *Budownictwo I Architektura*, Vol. 14, No.2, : Hal 55-61.
- Rani, H.A., 2016, Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi 1, Deepublish, Yogyakarta.
- Sanjaya, D., 2014, Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode *Line Of Balance* dan *Precedence Diagram Method* pada Pekerjaan Berulang (Repetitif), *Jurnal Teknik Sipil Usu*, 3(1).
- Simamora, Y., & Nuswantoro, W., 2008, Studi Penjadwalan Waktu dengan Metode *Line Of Balance (LOB)* untuk Membangun Perumahan Pasca Bencana Tsunami di NAD (Studi Kasus Pembangunan Perumahan di Calang), *Jurnal Manajemen Rekayasa Konstruksi*, Palangka Raya.
- Suparno, S., 2016, Perencanaan dan Penjadwalan Proyek pada Pembangunan Gedung. Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora, 1 (2, Oktober).