

# ANALISIS PENJADWALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINE OF BALANCE* PADA PROYEK KONSTRUKSI REPETITIF (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN KOMPLEK TNI JALAN ARTERI SUPADIO)

Josephanie Johan Liauw<sup>1)</sup>, Lusiana<sup>2)</sup> dan Syahrudin<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

<sup>2,3)</sup> Dosen Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

Email : josephanieliauw@student.untan.ac.id

## ABSTRAK

Proyek pembangunan Komplek Perumahan TNI Jalan Arteri Supadio, Kubu Raya, Kalimantan Barat adalah proyek pembangunan rumah tipe 45 sebanyak 60 unit yang dijadwalkan akan dilaksanakan selama 251 hari kerja. Proyek konstruksi perumahan merupakan proyek dengan sifat sederhana dan berulang sehingga membutuhkan suplai tenaga kerja yang menerus dan terjadwal dengan baik tanpa tertunda. Pemilihan metode penjadwalan yang sesuai dengan karakteristik proyek merupakan salah satu upaya untuk memperoleh penjadwalan yang optimal. Metode *Line of Balance* merupakan metode penjadwalan untuk proyek berulang yang diagramnya digambarkan dengan suatu garis yang mewakili satu jenis pekerjaan. Analisis dilakukan terhadap 5 skenario penjadwalan yang terdiri atas penjadwalan *existing* (skenario 1), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan menggunakan data proyek (skenario 2), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan durasi analisis (skenario 3), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan perataan tenaga kerja (skenario 4), penjadwalan ulang skenario metode *Line of Balance* dengan asumsi tenaga kerja spesialis (skenario 5). Maka berdasarkan dari hasil analisis terhadap 4 parameter yakni biaya tenaga kerja, durasi penyelesaian, *line efficiency*, dan *smoothness index*, diperoleh penjadwalan terbaik adalah skenario 5c, penjadwalan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis asumsi pekerjaan disub-kontrakkan.

**Kata kunci :** Metode *Line of Balance*, Penjadwalan Ulang, Proyek Repetitif.

## ABSTRACT

*The construction project for the TNI Housing Complex at Jalan Arteri Supadio, Kubu Raya, West Kalimantan is a type 45 house construction project totaling 60 units which is scheduled to be carried out in 251 working days. A housing construction project is a project with a simple and repetitive nature that requires a continuous and well-scheduled supply of labor without delay. Selection of the scheduling method according to the characteristics of the project is one of the efforts to obtain optimal scheduling. The Line of Balance method is a scheduling method for repetitive projects whose diagram is depicted by a line representing one type of work. The analysis was carried out on 5 scheduling scenarios consisting of the existing scheduling (scenario 1), rescheduling the Line of Balance method using project data (scenario 2), rescheduling the Line of Balance method with the duration of the analysis (scenario 3), rescheduling the Line of Balance with workforce equalization (scenario 4), rescheduling the scenario of the Line of Balance method with the assumption of a specialist workforce (scenario 5). So based on the results of the analysis of 4 parameters, namely labor costs, duration of completion, line efficiency, and smoothness index, the best scheduling is obtained in scenario 5c, scheduling the Line of Balance method with specialist workers assuming the work is sub-contracted.*

**Keywords:** *Line of Balance Method, Repetitive Projects, Rescheduling.*

## I. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Komplek Perumahan TNI Jalan Arteri Supadio, Kubu Raya, Kalimantan Barat adalah proyek pembangunan rumah tipe 45 sebanyak 60 unit yang dijadwalkan akan dilaksanakan selama 251 hari kerja dengan *barchart*. Proyek konstruksi perumahan merupakan proyek dengan sifat sederhana dan berulang sehingga membutuhkan suplai tenaga kerja yang menerus dan terjadwal dengan baik tanpa tertunda. Pemilihan metode penjadwalan yang sesuai

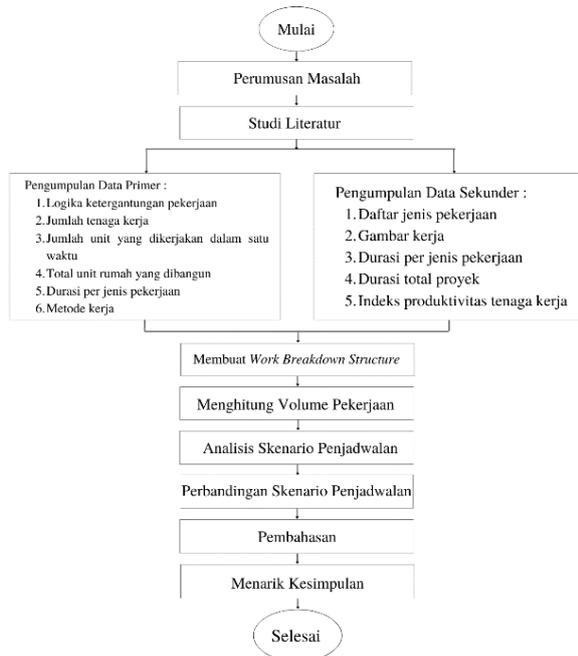
dengan karakteristik proyek merupakan salah satu upaya untuk memperoleh penjadwalan yang optimal.

Metode *Line of Balance* merupakan metode penjadwalan untuk proyek yang memiliki pekerjaan yang berulang. Metode *Line of Balance* merupakan sebuah metode yang diagramnya digambarkan dengan suatu garis yang mewakili satu jenis pekerjaan. Metode *Line of Balance* menghasilkan diagram yang berorientasi pada jenis pekerjaan, waktu serta lokasi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menjadwalkan ulang proyek studi kasus dengan

metode *Line of Balance* dan membandingkan dengan penjadwalan *existing*

## II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

### Diagram Alir



### Tahapan Analisis

Perhitungan waktu mulai dan waktu selesai untuk setiap jenis pekerjaan dengan metode *Line of Balance* ialah sebagai berikut ini.

- Apabila pekerjaan setelah memiliki durasi yang lebih cepat daripada pekerjaan sebelum  

$$\text{Waktu selesai} = \text{Waktu mulai } predecessor + \text{durasi per siklus } successor$$

$$\text{Waktu mulai} = \text{Waktu selesai} - \text{durasi total pekerjaan}$$
- Apabila pekerjaan setelah memiliki durasi yang sama daripada pekerjaan sebelum  

$$\text{Waktu Mulai} = \text{Waktu mulai } predecessor + \text{durasi per siklus } successor$$

$$\text{Waktu Selesai} = \text{Waktu mulai} + \text{durasi total pekerjaan}$$
- Apabila pekerjaan setelah memiliki durasi yang lebih lambat daripada pekerjaan sebelum  

$$\text{Waktu Mulai} = \text{Waktu mulai } predecessor + \text{durasi per siklus } successor$$

$$\text{Waktu Selesai} = \text{Waktu mulai} + \text{durasi total pekerjaan}$$

Analisis dilakukan terhadap 5 skenario penjadwalan yang terdiri atas penjadwalan *existing* (skenario 1), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan menggunakan data proyek (skenario 2), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan durasi analisis (skenario 3), penjadwalan ulang metode *Line of Balance* dengan perataan tenaga kerja (skenario 4), penjadwalan ulang skenario metode *Line of Balance* dengan asumsi tenaga kerja spesialis (skenario

5). Analisis perbandingan skenario akan menggunakan tabel berikut ini.

Tabel 1. Pembobotan

Kategori	Bobot
Pilihan pertama (terbaik)	5
Pilihan kedua	4
Pilihan ketiga	3
Pilihan keempat	2
Pilihan kelima (terburuk)	1

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

5 skenario disesuaikan dengan tiga kondisi yakni, penjadwalan 60 unit sekaligus, penjadwalan 10 unit secara bertahap dengan pelaksanaan 10 unit berikut setelah 10 unit sebelumnya selesai, dan penjadwalan 10 unit secara bertahap dengan asumsi pekerjaan disub-kontrakkan. Seluruh skenario akan menggunakan logika ketergantungan *existing*.

Tabel 2. Jenis Pekerjaan, Jumlah Pekerja Dan Durasi Proyek Existing Per Unit (Sumber : hasil wawancara dengan pelaksana proyek studi kasus)

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja	Durasi Existing
1.	Pekerjaan Persiapan	5	2
2.	Pekerjaan Tanah	5	5
3.	Pekerjaan Fondasi	7	5
4.	Pekerjaan Beton	10	7
5.	Pekerjaan Bekisiting	5	7
6.	Pekerjaan Pasang Bata	10	17
7.	Pekerjaan Plesteran/Aci	6	12
8.	Pekerjaan Pelapis Lantai	3	5
9.	Pekerjaan Pelapis Dinding	3	5
10.	Pekerjaan Kusen Pintu, Jendela	4	4
11.	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap	4	7
12.	Pekerjaan Penutup Plafon	4	7
13.	Pekerjaan Santasi	4	4
14.	Pekerjaan Pipa dan Pompa	2	7
15.	Pekerjaan Kaca dan Penggantung	3	3
16.	Pekerjaan Pengecatan	4	6
17.	Pekerjaan Elektrikal	3	3
18.	Pekerjaan Finishing	2	4

Tabel 3. Logika Ketergantungan

Kode	Nama Pekerjaan	Predecessor	Successor
A	Pekerjaan Persiapan	-	B
B	Pekerjaan Tanah	A	C, D
C	Pekerjaan Fondasi	B	E,F
D	Pekerjaan Septic Tank dan Pipa Air Kotor	B	P
E	Pekerjaan Bekisting Sloof dan Kolom	C	G,H
F	Pekerjaan Beton Bertulang Sloof dan Kolom	C	G,H
G	Pekerjaan Pasangan Batako	E,F	I,J
H	Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela	E,F	S
I	Pekerjaan Bekisting Ring Balk dan Rooftop Teras	G	L
J	Pekerjaan Beton Bertulang Ring Balk dan Rooftop Teras	G	L
K	Pekerjaan Sumur Bor dan Pipa Air Bersih	G	S
L	Pekerjaan Atap	I,J	M,N,O
M.	Pekerjaan Plafon	L	Q,R,S
N.	Pekerjaan Elektrikal	L	U
O	Pekerjaan Plesteran	L	T

Dilakukan analisis pendekatan untuk memperoleh jumlah spesifik tukang dan pembantu tukang yang digunakan.. Analisis pendekatan jumlah tenaga kerja dilakukan dengan perbandingan koefisien tenaga kerja per jenis pekerjaan yang terdapat pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya Tahun 2016. Berdasarkan jenis tenaga kerja, maka diidentifikasi koefisien tenaga kerja masing-masing. Pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan

bouwplank, pembantu tukang dan tukang memiliki koefisien yang sama, maka:

$$\text{Jumlah pembantu tukang} = \frac{\text{Koefisien pekerja}}{\text{Total koefisien pekerja dan tukang}} \times \text{jumlah tenaga kerja} =$$

$$\frac{0,1}{0,1+0,1} \times 5 = 2,5 \approx 2 \text{ pembantu tukang}$$

Jumlah tukang kayu =

$$\frac{\text{Koefisien tukang}}{\text{Total koefisien pekerja dan tukang}} \times \text{jumlah tenaga kerja} = \frac{0,1}{0,1+0,1} \times 5 = 2,5 \approx 3 \text{ tukang kayu}$$

Tabel 4. Kebutuhan Tukang dan Pembantu Tukang

Kode	Jenis Pekerjaan	Kebutuhan Tenaga Kerja	
		Tukang	Pembantu Tukang
A	Pekerjaan Persiapan	3	2
B	Pekerjaan Tanah	0	5
C	Pekerjaan Fondasi	4	3
D	Pekerjaan Septic Tank dan Pipa Air Kotor	4	0
E	Pekerjaan Bekisting Sloof dan Kolom	5	5
F	Pekerjaan Beton Bertulang Sloof dan Kolom	3	2
G	Pekerjaan Pasangan Batako	5	5
H	Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela	2	2
I	Pekerjaan Bekisting Ring Balk dan Rooftop Teras	3	2
J	Pekerjaan Beton Bertulang Ring Balk dan Rooftop Teras	5	5
K	Pekerjaan Sumur Bor dan Pipa Air Bersih	2	2
L	Pekerjaan Atap	2	0
M.	Pekerjaan Plesteran	2	4
N.	Pekerjaan Plafon	4	2
O	Pekerjaan Elektrikal	4	4
P	Pekerjaan Sanitasi	8	4
Q	Pekerjaan Pelapis Lantai	1	5
R	Pekerjaan Pelapis Dinding	2	1
S	Pekerjaan Kaca dan Penggantung	3	0
T	Pekerjaan Pengecatan	4	0
U	Pekerjaan Finishing	0	2

Untuk menghitung biaya tenaga kerja maka akan mempergunakan perhitungan biaya dengan mengacu pada Peraturan Wali Kota Pontianak Nomor 20 Tahun 2022 Tentang Standar Harga Satuan Dasar Upah dan Bahan Konstruksi Untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Pontianak Tahun

Anggaran 2022. Berdasarkan peraturan tersebut, digunakan asumsi upah pembantu tukang ialah Rp. 110.000,00 per orang per hari kerja dan upah tukang ialah Rp. 135.000,00 per orang per hari kerja.

### Analisis Penjadwalan 60 Unit Rumah

Pada skenario 1 maka diperoleh durasi penyelesaian selama 251 hari dengan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. Rp.448.975.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 1

$$LE1 = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(4,183 \times 4)} \times 100\% = 65,737 \%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 1

$$SI1 = \sqrt{\sum (\text{Idle time}^2)}$$

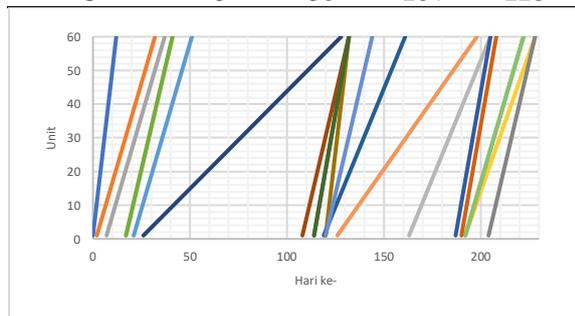
$$= \sqrt{(1,683^2) + (0,583^2) + (0,283^2) + (3,383^2)}$$

$$= 3,834$$

Pada skenario 2a, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 5. Perhitungan Skenario 2a

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	2	12	0	12
B	5	30	2	32
C	5	30	7	37
D	4	24	17	41
E	5	30	21	51
F	4	24	17	41
G	17	102	26	128
H	4	24	108	132
I	3	18	114	132
J	2	12	120	132
K	7	42	119	161
L	3	18	114	132
M.	4	24	120	144
N.	12	72	126	198
O	7	42	163	205
P	6	36	192	228
Q	2	12	192	222
R	5	30	192	222
S	5	30	187	205
T	4	24	190	208
U	5	30	204	228



Gambar 1. Diagram LOB Skenario 2a

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 228 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 419.535.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 2a

$$LE2a = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(3,850 \times 4)} \times 100\% = 72,368\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 2a

$$SI2a = \sqrt{\sum (\text{Idle time}^2)}$$

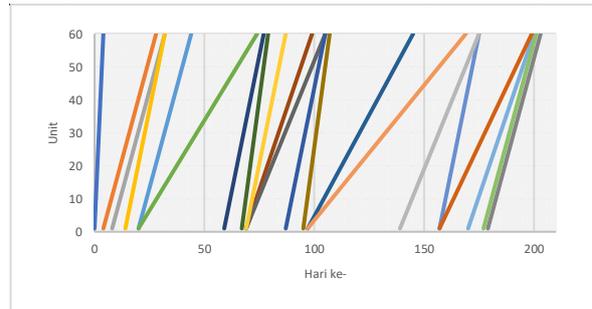
$$= \sqrt{(1,300^2) + (0,200^2) + (0,200^2) + (2,700^2)}$$

$$= 3,010$$

Pada skenario 3a, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 6. Perhitungan Skenario 3a

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	24	0	4
B	4	24	4	28
C	4	24	8	32
D	3	18	14	32
E	4	24	20	44
F	9	54	20	74
G	3	18	59	77
H	5	30	69	99
I	6	36	69	105
J	2	12	95	107
K	8	48	97	145
L	2	12	67	79
M.	12	72	97	169
N.	3	18	157	175
O	6	36	139	175
P	3	18	69	87
Q	5	30	170	200
R	4	24	177	201
S	3	18	87	105
T	7	42	157	199
U	4	24	179	203



Gambar 2. Diagram LOB Skenario 3a

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 203 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 367.240.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 3a

$$LE3a = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(3,383 \times 4)} \times 100\% = 81,281\%$$

Smoothness Index penjadwalan skenario 3a

$$SI3a = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

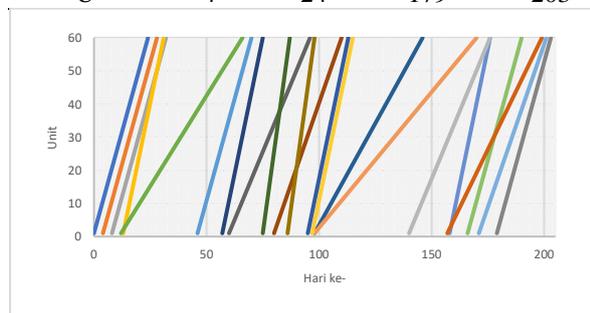
$$= \sqrt{(0,883^2) + (0,083^2) + (0,583^2) + (1,183^2)}$$

$$= 1,590$$

Pada skenario 4a, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 7. Perhitungan Skenario 4a

Jenis Pekerjaan	Duras i	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	24	0	24
B	4	24	4	28
C	4	24	8	32
D	3	18	13	31
E	4	24	46	70
F	9	54	12	66
G	3	18	57	75
H	5	30	80	110
I	6	36	60	96
J	2	12	86	98
K	8	48	98	146
L	2	12	75	87
M.	12	72	98	170
N.	3	18	158	176
O	6	36	140	176
P	3	18	97	115
Q	5	30	171	201
R	4	24	166	190
S	3	18	95	113
T	7	42	157	199
U	4	24	179	203



Gambar 3. Diagram LOB Skenario 4a

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 203 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 374.550.000,00.

Line Efficiency penjadwalan skenario 4a

$$LE4a = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah Stasiun Kerja})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(3,383 \times 4)} \times 100\% = 81,281\%$$

Smoothness Index penjadwalan skenario 4a

$$SI4a = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

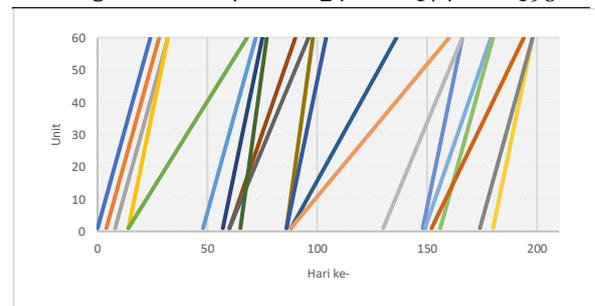
$$= \sqrt{(0,883^2) + (0,083^2) + (0,583^2) + (1,183^2)}$$

$$= 1,590$$

Pada skenario 5a, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 8. Perhitungan Skenario 5a

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	24	0	24
B	4	24	4	28
C	4	24	8	32
D	3	18	14	32
E	4	24	48	72
F	9	54	14	68
G	3	18	57	75
H	5	30	60	90
I	6	36	60	96
J	2	12	86	98
K	8	48	88	136
L	2	12	65	77
M.	12	72	88	160
N.	3	18	148	166
O	6	36	130	166
P	3	18	180	198
Q	5	30	149	179
R	4	24	156	180
S	3	18	86	104
T	7	42	152	194
U	4	24	174	198



Gambar 4. Diagram LOB Skenario 5a

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 198 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 380.210.000,00.

Line Efficiency penjadwalan skenario 5a

$$LE5a = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(3,3 \times 4)} \times 100\% = 83,333\%$$

Smoothness Index penjadwalan skenario 5a

$$SI5a = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,800^2) + (0^2) + (0,500^2) + (1,100^2)}$$

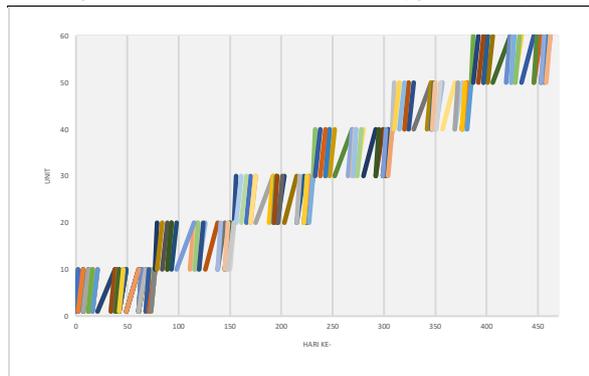
$$= 1,449$$

### Analisis Penjadwalan 10 Unit Rumah Selesai Bertahap

Pada skenario 2b, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 9. Perhitungan Skenario 2b

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	2	2	0	2
B	5	5	2	7
C	5	5	7	12
D	4	4	12	16
E	5	5	16	21
F	4	4	12	16
G	17	17	21	38
H	4	4	34	38
I	3	3	38	41
J	2	2	39	41
K	7	7	42	49
L	3	3	39	42
M.	4	4	42	46
N.	12	12	49	61
O	7	7	61	68
P	6	6	71	77
Q	5	5	68	73
R	5	5	68	73
S	3	3	61	64
T	3	3	68	71
U	4	4	73	77



Gambar 5. Diagram LOB Skenario 2b

Maka diperoleh durasi penyelesaian durasi penyelesaian selama 462 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 484.140.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 2b

$$LE2b = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(7,7 \times 2)} \times 100\% = 71,429\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 2b

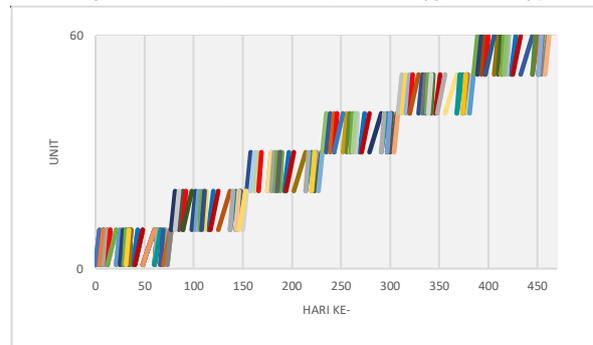
$$SI2b = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,400^2) + (4,200^2)} = 4,219$$

Pada skenario 3b, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 10. Perhitungan Skenario 3b

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	4	0	4
B	4	4	4	8
C	4	4	8	12
D	3	3	12	15
E	4	4	18	22
F	9	9	12	21
G	3	3	22	25
H	5	5	35	40
I	6	6	25	31
J	2	2	26	28
K	8	8	29	37
L	2	2	26	28
M.	12	12	28	31
N.	3	3	37	49
O	6	6	50	56
P	3	3	59	66
Q	5	5	56	61
R	4	4	56	60
S	3	3	49	52
T	7	7	56	59
U	4	4	63	67



Gambar 6. Diagram LOB Skenario 3b

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 462 hari dan total biaya tenaga dibutuhkan ialah sebesar Rp. 348.420.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 3b

$$LE3b = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(7,7 \times 2)} \times 100\% = 71,429\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 3b

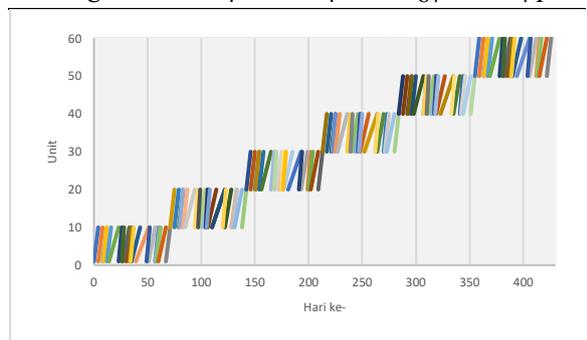
$$SI3b = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(1,600^2) + (3,000^2)} = 3,400$$

Pada skenario 4b, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 11. Perhitungan Skenario 4b

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	4	0	4
B	4	4	4	8
C	4	4	8	12
D	3	3	9	12
E	4	4	12	16
F	9	9	14	23
G	3	3	23	26
H	5	5	30	35
I	6	6	27	33
J	2	2	33	35
K	8	8	35	43
L	2	2	26	28
M.	12	12	39	51
N.	3	3	57	60
O	6	6	51	57
P	3	3	34	37
Q	5	5	57	62
R	4	4	58	62
S	3	3	49	52
T	7	7	60	67
U	4	4	67	71



Gambar 7. Diagram LOB Skenario 4b

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 426 hari total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 433.350.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 4b

$$LE4b = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(7,100 \times 2)} \times 100\% = 77,465\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 4b

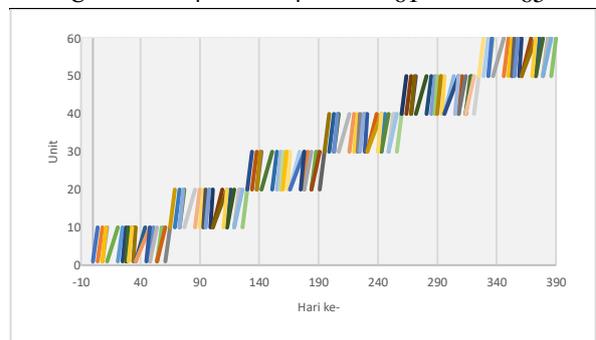
$$SI4b = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(1,000^2) + (2,400^2)} = 2,600$$

Pada skenario 5b, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, sebagai berikut ini.

Tabel 12. Perhitungan Skenario 5b

Jenis Pekerjaan	Durasi	Durasi Total	Waktu Mulai	Waktu Selesai
A	4	4	0	4
B	4	4	4	8
C	4	4	8	12
D	3	3	8	11
E	4	4	21	25
F	9	9	12	21
G	3	3	25	28
H	5	5	28	33
I	6	6	28	34
J	2	2	34	36
K	8	8	36	44
L	2	2	28	30
M.	12	12	36	48
N.	3	3	48	51
O	6	6	48	54
P	3	3	30	33
Q	5	5	54	59
R	4	4	54	58
S	3	3	45	48
T	7	7	54	61
U	4	4	61	65



Gambar 8. Diagram LOB Skenario 5b

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 390 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 446.790.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 5b

$$LE5b = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{(6,500 \times 2)} \times 100\% = 84,615\%$$

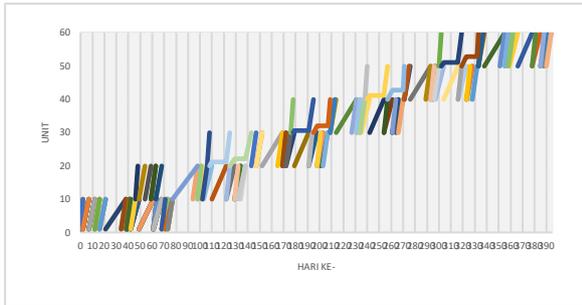
*Smoothness Index* penjadwalan skenario 5b

$$SI3c = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,400^2) + (1,800^2)} = 1,844$$

**Analisis Penjadwalan 10 Unit Rumah *Overlap***

Pada skenario 2c, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, dan diperoleh diagram sebagai berikut ini.



Gambar 9. Diagram LOB Skenario 2c

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 394 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 569.035.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 2c

$$LE2c = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah Stasiun Kerja})} \times 100\%$$

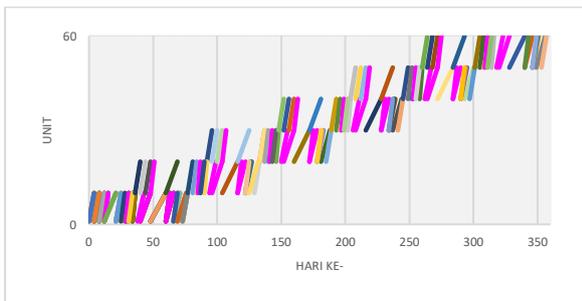
$$= \frac{11}{(6,9 \times 2)} \times 100\% = 83,756\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 2c

$$SI2c = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,467^2) + (1,867^2)} = 1,924$$

Pada skenario 3c, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, dan diperoleh diagram sebagai berikut ini.



Gambar 10. Diagram LOB Skenario 3c

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 357 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp.410.855.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 3c

$$LE3c = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

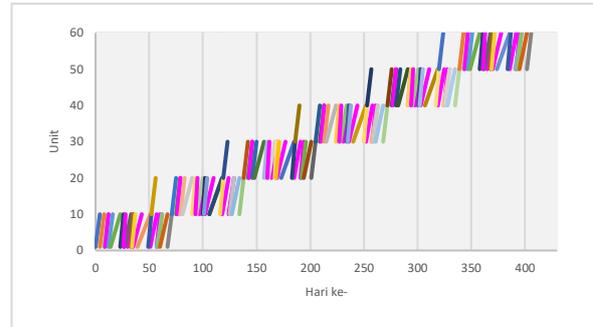
$$= \frac{11}{(6,017 \times 2)} \times 100\% = 92,437\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 3c

$$SI3c = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,0150^2) + (0,950^2)} = 0,962$$

Pada skenario 4c, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, dan diperoleh diagram sebagai berikut ini.



Gambar 11. Diagram LOB Skenario 4c

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 406 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 434.610.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 4c

$$LE4c = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah Stasiun Kerja})} \times 100\%$$

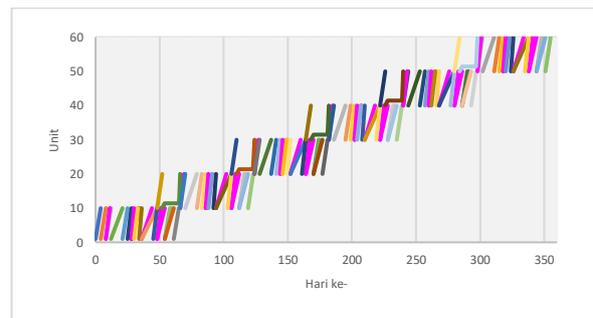
$$= \frac{11}{(6,767 \times 2)} \times 100\% = 81,281\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 4c

$$SI4c = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

$$= \sqrt{(0,667^2) + (2,067^2)} = 2,172$$

Pada skenario 5c, dilakukan perhitungan penjadwalan dengan menggunakan metode *Line of Balance*, dan diperoleh diagram sebagai berikut ini.



Gambar 12. Diagram LOB Skenario 5c

Maka diperoleh durasi penyelesaian selama 355 hari dan total biaya tenaga kerja dibutuhkan ialah sebesar Rp. 415.010.000,00.

*Line Efficiency* penjadwalan skenario 5c

$$LE5c = \frac{\text{Total waktu untuk satu unit}}{(\text{Waktu Siklus} \times \text{Jumlah pengelompokan})} \times 100\%$$

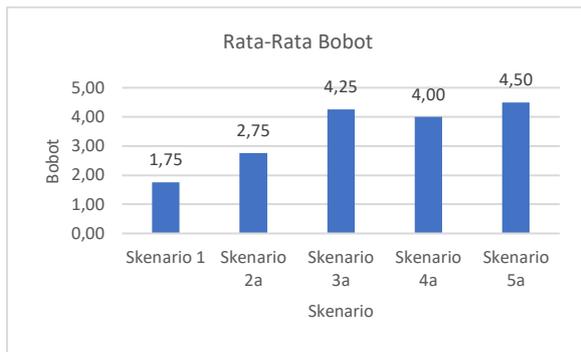
$$= \frac{11}{(5,917 \times 2)} \times 100\% = 92,958\%$$

*Smoothness Index* penjadwalan skenario 5c

$$SI5c = \sqrt{\sum(\text{Idle time}^2)}$$

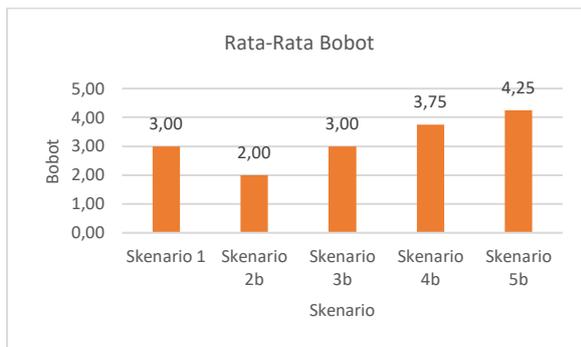
$$= \sqrt{(0,117^2) + (0,917^2)} = 0,924$$

## Perbandingan Skenario



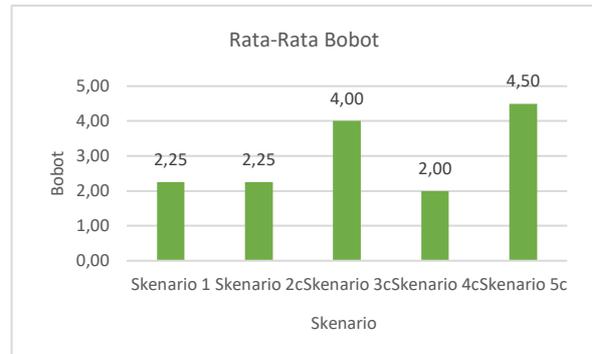
Gambar 13. Pembobotan (1/4)

Berdasarkan Tabel pembobotan, maka skenario yang memiliki pembobotan tertinggi atau mendekati 5 merupakan penjadwalan terbaik jika ditinjau melalui keempat parameter yang ada. Maka hasil analisis pembobotan, dari perbandingan antara penjadwalan *existing* atau skenario 1 dibandingkan dengan penjadwalan skenario yang menggunakan metode *Line of Balance* untuk menjadwalkan 60 unit sekaligus maka didapatkan bahwa penjadwalan terbaik adalah skenario 5a. Skenario 5a merupakan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis untuk pembangunan 60 unit rumah sekaligus.



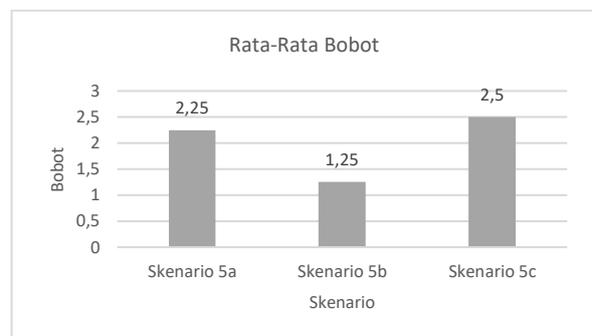
Gambar 14. Pembobotan (2/4)

Berdasarkan Tabel pembobotan, maka skenario yang memiliki pembobotan tertinggi atau mendekati 5 merupakan penjadwalan terbaik jika ditinjau melalui keempat parameter yang ada. Maka hasil analisis pembobotan, dari perbandingan antara penjadwalan *existing* atau skenario 1 dibandingkan dengan penjadwalan skenario yang menggunakan metode *Line of Balance* dengan menjadwalkan pembangunan 10 unit rumah didapatkan bahwa penjadwalan terbaik adalah skenario 5b. Skenario 5b merupakan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis.



Gambar 15. Pembobotan (3/4)

Berdasarkan Tabel pembobotan, maka skenario yang memiliki pembobotan tertinggi atau mendekati 5 merupakan penjadwalan terbaik jika ditinjau melalui keempat parameter yang ada. Maka hasil analisis pembobotan, dari perbandingan antara penjadwalan *existing* atau skenario 1 dibandingkan dengan penjadwalan skenario yang menggunakan metode *Line of Balance* dengan menjadwalkan pembangunan 10 unit rumah didapatkan bahwa penjadwalan terbaik adalah skenario 5c. Skenario 5c merupakan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis.



Gambar 16. Pembobotan (4/4)

Berdasarkan Tabel pembobotan, maka skenario yang memiliki pembobotan tertinggi atau mendekati 5 merupakan penjadwalan terbaik jika ditinjau melalui keempat parameter yang ada. Maka hasil analisis pembobotan, dari perbandingan antara penjadwalan yang ada didapatkan bahwa penjadwalan terbaik adalah skenario 5c. Skenario 5c merupakan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis asumsi pekerjaan disubkontrakkan. Skenario 5c merupakan terbaik apabila ditinjau melalui pembobotan dari 4 parameter. Namun, perlu adanya tinjauan lebih lanjut untuk mengambil keputusan apabila hanya tidak melibatkan semua parameter yang ada.

Kelebihan metode *Line of Balance* adalah setiap jenis pekerjaan yang dijadwalkan direpresentasikan sebagai suatu garis menerus dari awal pelaksanaannya hingga akhir. Melalui diagram garis maka penyajian informasi lebih mudah untuk dipahami. Dapat membantu untuk mengestimasi apabila terdapat

pekerjaan yang dilaksanakan pada waktu dan lokasi yang sama melalui perpotongan diagram. Penjadwalan dengan metode *Line of Balance* dapat digunakan dalam proyek perumahan karena memiliki karakteristik sederhana dan berulang. Kekurangan metode *Line of Balance* adalah terdapat karakteristik dalam praktik pembangunan perumahan yang tidak membangun seluruh unit sekaligus, tapi melalui jumlah yang ditentukan atau melalui pesanan sehingga dalam penggambaran diagram *Line of Balance* perlu diperhatikan kembali.

Seringkali penggunaan tenaga kerja pada proyek di Indonesia menggunakan tenaga kerja yang sama sepanjang proyek, sehingga kebanyakan pengerjaan pekerjaan tidak terspesialisasi. Hanya terdapat pekerjaan tertentu seperti pekerjaan perpipaan, pekerjaan elektrikal, dan pekerjaan atap, yang menggunakan tenaga kerja spesialis. Namun dalam penerapan metode *Line of Balance*, maka akan diperoleh penjadwalan yang optimal apabila menggunakan tenaga kerja spesialis.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil analisis terhadap 4 parameter yakni biaya tenaga kerja, durasi penyelesaian, *line efficiency*, dan *smoothness index*, diperoleh penjadwalan terbaik adalah skenario 5c. Skenario 5c merupakan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance* dengan tenaga kerja spesialis asumsi pekerjaan disub-kontrakkan. Seringkali penggunaan tenaga kerja pada proyek di Indonesia menggunakan tenaga kerja yang sama sepanjang proyek, sehingga pada umumnya pengerjaan pekerjaan tidak terspesialisasi. Hanya terdapat pekerjaan tertentu seperti pekerjaan perpipaan, pekerjaan elektrikal, dan pekerjaan atap, yang menggunakan tenaga kerja spesialis. Namun dalam penerapan metode *Line of Balance*, maka akan diperoleh penjadwalan yang optimal apabila menggunakan tenaga kerja spesialis.

Hal yang dapat disarankan setelah melakukan analisis dalam penelitian ini, ialah untuk penelitian yang lebih lanjut maka dapat mempertimbangkan untuk memperhitungkan biaya sumber daya alat dan material yang dipergunakan serta dalam melakukan perataan sumber daya penjadwalan ulang dapat pula mempertimbangkan kedua hal tersebut. Dalam penerapan metode *Line of Balance*, perlu diperhatikan kembali karakteristik dalam praktik pembangunan perumahan yang tidak membangun seluruh unit sekaligus, tapi melalui jumlah yang ditentukan atau melalui pesanan sehingga dalam penggambaran diagram *Line of Balance*.

#### DAFTAR PUSTAKA

Arianto, A. (2010). Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, *Line of Balance* Dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Universitas Diponegoro*, 166(25), 1–155. <http://eprints.undip.ac.id/38831/1/Tesis.pdf>

Darange, A. S., & Sonawane, M. B. (2019). Planning and Scheduling of Low Income Housing Scheme Project by Line of Balancing Method. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(11). [www.ijisrt.com](http://www.ijisrt.com)268

Prasetyo, W. T. (2017). *Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Proyek Rehabilitasi/Peningkatan Jalan Lingkungan RW I–RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016)*. 1, 61.

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)* Jilid 1