



Penerapan Metode *Line of Balance* Pada Penjadwalan Proyek Perumahan Kawanua Emerald City

Kevin M. Kumolontang^{#a}, Ariestides K. T. Dundu^{#b}, Pingkan A. K. Pratisis^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^{#b}kumolontangkev@gmail.com, ^{#c}torry@unsrat.ac.id, ^{#c}pingkanpratisis@unsrat.ac.id

Abstrak

Pada umumnya dalam pelaksanaan pembangunan tidak berjalan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Pekerjaan-pekerjaan pada proyek konstruksi tersebut harus dapat dikelola dan dilaksanakan dengan baik, untuk itu diperlukan suatu manajemen yang baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan penjadwalan proyek secara sistematis. Penjadwalan proyek harus mampu untuk menyesuaikan dengan karakteristik proyek. Pada proyek perumahan terdapat kegiatan yang dikerjakan berulang atau pekerjaan repetitif. *Line of Balance* (LoB) adalah salah satu metode penjadwalan yang sering digunakan pada proyek pembangunan perumahan. Metode ini cocok digunakan untuk jenis pekerjaan berulang atau repetitif. Objek yang diteliti adalah proyek pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City *cluster* Beryl, yang berlokasi di Jalan Ring Road II, Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk Penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Line of Balance* pada proyek perumahan Kawanua Emerald City, maka diperoleh total durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City *cluster* Beryl tipe 60/105 untuk total 24 unit adalah 842 hari.

Kata kunci: Line of Balance, penjadwalan proyek, durasi proyek

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di Indonesia didominasi oleh proyek konstruksi berupa gedung bertingkat, jalan raya, dan perumahan. Sebuah proyek pada dasarnya membutuhkan perencanaan yang matang agar proses pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Pada umumnya dalam pelaksanaan pembangunan tidak berjalan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Pekerjaan-pekerjaan pada proyek konstruksi tersebut harus dapat dikelola dan dilaksanakan dengan baik, untuk itu diperlukan suatu manajemen yang baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan penjadwalan proyek secara sistematis.

Dalam proyek konstruksi ada bagian pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang atau kegiatan repetitif. Pekerjaan proyek bangunan yang mempunyai bagian pekerjaan yang repetitif memerlukan suatu cara untuk menjadwalkan proyek yang dapat memenuhi kebutuhan sumber daya yang menerus dan terjadwal dengan baik tanpa terjadinya suatu hambatan. Penjadwalan proyek yang tidak memperhitungkan kegiatan pekerjaan berulang akan menyebabkan unit pekerjaan yang berulang tersebut mengalami penundaan.

Penjadwalan proyek harus mampu untuk menyesuaikan dengan karakteristik proyek. Pada proyek perumahan terdapat kegiatan yang dikerjakan berulang atau pekerjaan repetitif. Pelaksanaan proyek konstruksi yang memiliki pekerjaan repetitif membutuhkan metode penjadwalan proyek yang dapat mengakomodasi dan terjadwal dengan baik. Metode penjadwalan yang umum digunakan, yaitu *barchart*, diagram jaringan dan diagram garis keseimbangan (*Line of Balance*).

Line of Balance (LoB) adalah salah satu metode penjadwalan yang sering digunakan pada

proyek pembangunan perumahan. Metode ini cocok digunakan untuk jenis pekerjaan berulang atau repetitif. Berdasarkan metode tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penerapan metode *Line of Balance* (LoB) pada penjadwalan proyek, dengan objek penelitian Kawanua Emerald City. Dengan penjadwalan metode *Line of Balance* (LoB) ini diharapkan dapat memberi kemudahan untuk memenuhi kebutuhan dalam pelaksanaan proyek tanpa adanya penundaan antar pekerjaan sehingga akan memberikan efisiensi dalam tahapan pembangunannya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah berapakah lama durasi pekerjaan proyek Perumahan Kawanua Emerald City dengan menggunakan metode *Line of Balance* (LoB)?

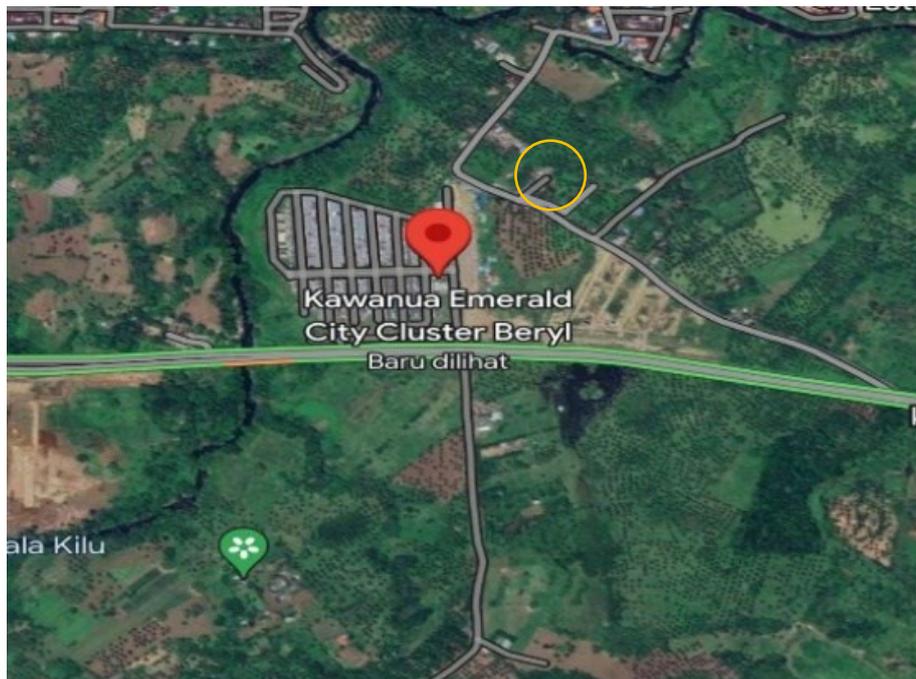
1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang sudah dijelaskan di atas, maka didapat tujuan penelitian yaitu menghitung durasi pekerjaan dengan menggunakan metode *Line of Balance* (LoB) pada proyek Perumahan Kawanua Emerald City

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, objek yang diteliti adalah data yang ada pada proyek pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City Cluster Beryl, yang berlokasi di Jalan Ring Road II, Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara.

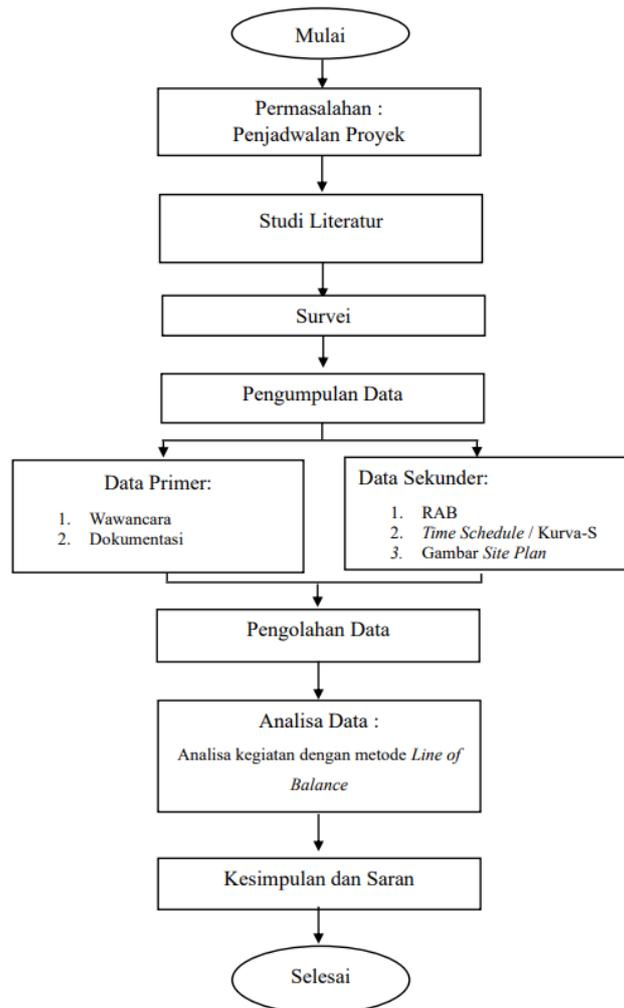


Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari pihak yang terkait pada proyek Perumahan Kawanua Emerald City. Data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini berupa data RAB, *time schedule* / kurva-s dan *site plan* proyek Perumahan Kawanua Emerald City. Data primer yang digunakan merupakan data hasil wawancara serta dokumentasi langsung di lapangan.

2.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Manajemen Proyek

Manajemen menurut Husen (2010) adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Sedangkan manajemen proyek menurut Soeharto (1999), adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya Perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

3.2. 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: perumahan dengan pengulangan pekerjaan yang sama setiap unit rumah, gedung bertingkat dengan pengulangan pekerjaan yang sama pada setiap lantai, dan konstruksi jalan raya dengan pengulangan yang sama pada setiap dua stasiun.

3.3. Penjadwalan Proyek

Menurut Faisol (2010) dalam mata kuliah perencanaan dan penjadwalan proyek, penjadwalan adalah perencanaan pembagian waktu dan hubungan antar pekerjaan yang ada dalam

suatu proyek. Penjadwalan atau scheduling adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan pekerjaan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada (Husen, 2010).

3.4. Metode Line of Balance

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

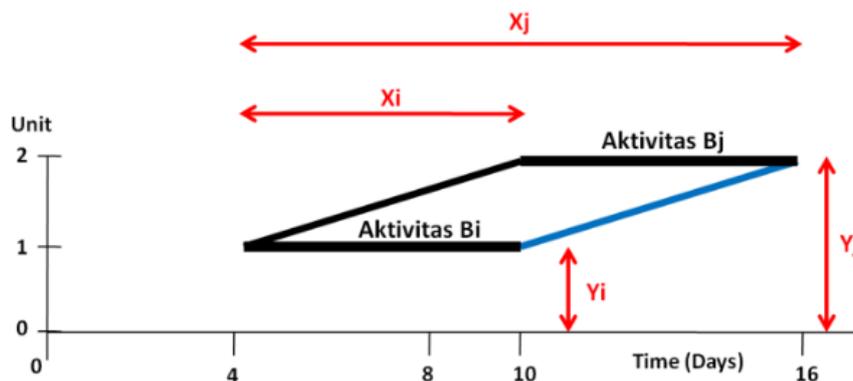
1. Sumbu vertikal menunjukkan lokasi sepanjang suatu proyek atau juga kuantitas pekerjaan yang diselesaikan untuk pekerjaan-pekerjaan repetitif.
2. Sumbu horizontal menunjukkan waktu pelaksanaan proyek.
3. Kegiatan-kegiatan digambarkan dalam bentuk garis-garis lurus diagonal.
4. Kecepatan kemajuan pekerjaan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

3.5. Teknik Perhitungan Line of Balance

Menurut Prabowo (2019), langkah-langkah dalam metode LoB adalah sebagai berikut:

1. Membuat susunan diagram logika ketergantungan pekerjaan proyek.
2. Menentukan lamanya waktu (duration lead time) untuk pelaksanaan tiap komponen kegiatan.
3. Menentukan waktu penyangga (*buffer time*) (apabila dikehendaki).
4. Menggambar diagram LoB.
5. Menggambar grafik LoB dengan kondisi proyek di lapangan.

Menurut Mawdesley (1997), Line of Balance mempunyai format dasar grafik X-Y dengan sumbu axis (X) merupakan variabel waktu dan sumbu ordinat (Y) merupakan variabel jumlah unit berulang. Setiap aktivitas digambarkan sebagai garis horizontal sepanjang durasi (sumbu X) dan setinggi jumlah unit garis (sumbu Y). Jika telah diketahui kemiringan garis (gambar dibawah), maka penentuan nilai pada setiap titik di sepanjang garis yang sama dapat ditentukan menggunakan persamaan linear



Gambar 3. Line of Balance sebagai fungsi linear
(Aulia, 2017)

$$m = \frac{(Y_j - Y_i)}{(X_j - X_i)} \text{ dengan } i < j$$

Dimana,

- m = kecepatan produksi pekerjaan yang ditinjau
- Y_j = unit keseluruhan pekerjaan yang ditinjau
- Y_i = unit ke-1 = 1
- X_j = durasi keseluruhan pekerjaan yang ditinjau
- X_i = durasi pekerjaan setiap siklus

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Umum

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa ulang waktu penjadwalan proyek dengan menggunakan *Line of Balance* (LoB) yang diterapkan pada aktivitas tipikal dari unit 1 sampai dengan 24. Unsur- unsur yang dibutuhkan untuk membuat *Line of Balance* adalah jenis pekerjaan proyek, perkiraan waktu pelaksanaan pekerjaan dan logika ketergantungan kegiatan proyek. Hal ini dilakukan karena pemilihan metode pelaksanaan dan jadwal yang tepat akan sangat mempengaruhi keberhasilan suatu pelaksanaan Pembangunan proyek.

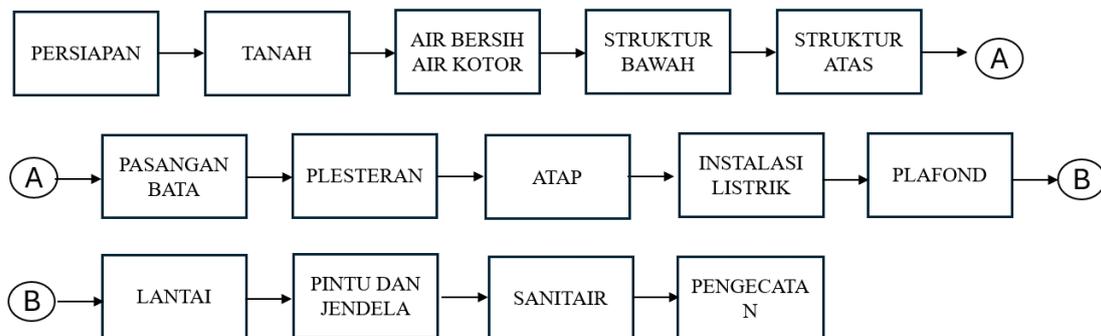
4.2. Data Perencanaan dan Penjadwalan Proyek

Proyek Pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City berlokasi di Jalan Ring Road II, Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara. Berdasarkan gambar *site plan* proyek ini memiliki jumlah 24 unit rumah untuk *cluster* Beryl tipe 60/105. Adapun item pekerjaan dari proyek ini berdasarkan *time schedule* yang ada terdiri dari 6 item pekerjaan utama, yaitu:

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Tanah
3. Pekerjaan Struktur Bawah
4. Pekerjaan Struktur Atas
5. Pekerjaan Arsitektur
6. Pekerjaan MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*)

4.3. Analisis Logika Urutan Pekerjaan Satu Siklus

Pada perencanaan penjadwalan atau *scheduling* pada proyek ini menggunakan keseimbangan tahapan, dimana tiap-tiap item pekerjaan adalah pekerjaan yang terus menerus dan berdasar urutan (*successor*). Selain itu, rangkaian item pekerjaan pada metode LoB juga tidak bisa saling bersinggungan atau tidak boleh saling mendahului (*predecessor*). Artinya kemajuan pekerjaan tidak boleh saling mendahului.



Gambar 4. Diagram Logika

Dengan adanya diagram logika ini maka kita bisa mengetahui baik pekerjaan yang mengikuti (*successor*) maupun pekerjaan yang mendahului (*predecessor*). Contohnya adalah jika tanah merupakan pekerjaan yang mengikuti (*successor*) maka pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan yang mendahuluinya (*predecessor*).

4.4. Penyusunan Jadwal Line of Balance (LoB)

4.4.1. Durasi Setiap Jenis Kelompok Pekerjaan

Durasi pekerjaan diperoleh dari hasil perhitungan volume pekerjaan pada RAB yang didapatkan dari proyek Pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City. Berikut ini merupakan

daftar estimasi durasi pekerjaan yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Durasi Pekerjaan

No.	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Pekerjaan (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	3
2	Pekerjaan Tanah	9
3	Pekerjaan Air	4
4	Pekerjaan Struktur Bawah	22
5	Pekerjaan Struktur Atas	15
6	Pekerjaan Pasangan Bata	14
7	Pekerjaan Plesteran	16
8	Pekerjaan Atap	3
9	Pekerjaan Instalasi Listrik	2
10	Pekerjaan Plafond	3
11	Pekerjaan Lantai	4
12	Pekerjaan Pintu dan Jendela	5
13	Pekerjaan Sanitair	3
14	Pekerjaan Pengecatan	3

4.4.2. Analisis Perhitungan Line of Balance (LoB)

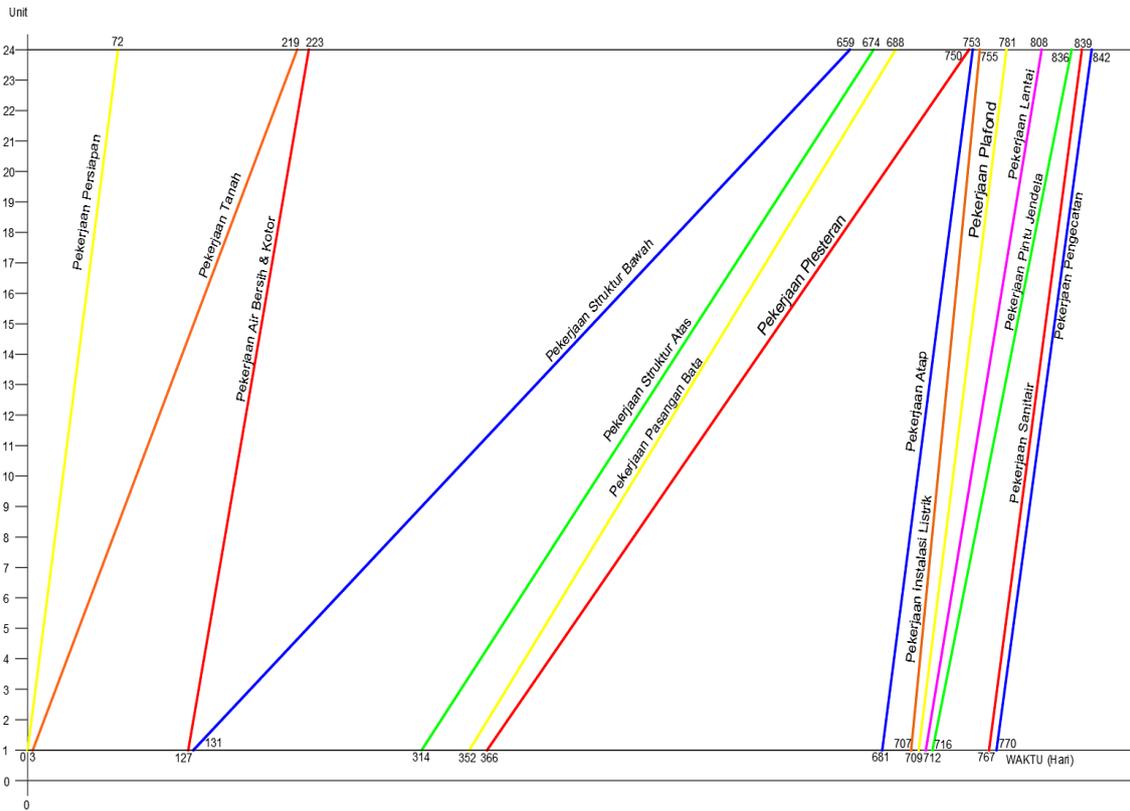
Apabila *Successor* lebih cepat, maka perhitungannya menggunakan hubungan *finish to finish*. Apabila *Successor* lebih lambat, maka perhitungan menggunakan hubungan *start to start*.

Tabel 3. Perhitungan dengan Metode LoB

No	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Pekerj. (hari)	Durasi 24 unit rumah	Perhit	Mulai	Perhit	Selesai	Ket.
1	Pekerjaan Persiapan	3	72	0	0	72	72	
2	Pekerjaan Tanah	9	216	0+3	3	3+216	219	SS
3	Pekerjaan Air	4	96	223-96	127	219+4	223	FF
4	Pekerjaan Struktur Bawah	22	528	127+4	131	131+528	659	SS
5	Pekerjaan Struktur Atas	15	360	674-360	314	659+15	674	FF
6	Pekerjaan Pasangan Bata	14	336	688-336	352	674+14	688	FF
7	Pekerjaan Plesteran	16	384	352+14	366	366+384	750	SS
8	Pekerjaan Atap	3	72	753-72	681	750+2	753	FF
9	Pekerjaan Instalasi Listrik	2	48	755-48	707	753+2	755	FF
10	Pekerjaan Plafond	3	72	707+2	709	709+72	781	SS
11	Pekerjaan Lantai	4	96	709+3	712	712+96	808	SS
12	Pekerjaan Pintu dan Jendela	5	120	712+4	716	716+120	836	SS

No	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Pekerj. (hari)	Durasi 24 unit rumah	Perhit	Mulai	Perhit	Selesai	Ket.
13	Pekerjaan Sanitair	3	72	839-72	767	836+3	839	FF
14	Pekerjaan Pengecatan	3	72	767+3	770	770+72	842	SS

4.4.3. Menggambar diagram Line of Balance



Gambar 5. Line of Balance

Dari keseluruhan grafik pekerjaan yang ada tidak terjadinya konflik atau perpotongan antara jenis pekerjaan satu dengan yang lain dan dari keseluruhan kelompok pekerjaan yang dihasilkan untuk pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan Struktur Bawah, Pekerjaan Struktur Atas, Pekerjaan Arsitektur, Pekerjaan MEP dari penjadwalan menggunakan *Line of Balance* adalah 842 hari atau 2.3 tahun

Tabel 4. Delivery Rate

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi Total (hari)	Delivery Rate (Rumah/hari)
1	Pekerjaan Persiapan	72	0.333
2	Pekerjaan Tanah	216	0.111
3	Pekerjaan Air Bersih & Air Kotor	96	0.250
4	Pekerjaan Struktur Bawah	528	0.045
5	Pekerjaan Struktur Atas	360	0.067
6	Pekerjaan Pasangan Bata	336	0.071

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi Total (hari)	Delivery Rate (Rumah/hari)
7	Pekerjaan Plesteran	384	0.063
8	Pekerjaan Atap	72	0.333
9	Pekerjaan Instalasi Listrik	48	0.500
10	Pekerjaan Plafond	72	0.333
11	Pekerjaan Lantai	96	0.250
12	Pekerjaan Pintu dan Jendela	120	0.200
13	Pekerjaan Sanitair	72	0.333
14	Pekerjaan Pengecatan	72	0.333

Tabel di atas merupakan *delivery rate* yang berfungsi untuk mengukur dan memantau tingkat pengerjaan pekerjaan yang bisa diselesaikan berapa unit rumah dalam satu hari. Berikut ini merupakan hasil perhitungan menggunakan *software Microsoft Excel* jadwal masing-masing pekerjaan untuk setiap unit, dapat dilihat seperti tabel berikut ini.

Tabel 5. Jadwal Pekerjaan Tiap Unit (1)

Unit	Persiapan		Tanah		Air Bersih & Kotor		Struktur Bawah		Struktur Atas	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	0	3	3	12	127	131	131	153	314	329
2	3	6	12	21	131	135	153	175	329	344
3	6	9	21	30	135	139	175	197	344	359
4	9	12	30	39	139	143	197	219	359	374
5	12	15	39	48	143	147	219	241	374	389
6	15	18	48	57	147	151	241	263	389	404
7	18	21	57	66	151	155	263	285	404	419
8	21	24	66	75	155	159	285	307	419	434
9	24	27	75	84	159	163	307	329	434	449
10	27	30	84	93	163	167	329	351	449	464
11	30	33	93	102	167	171	351	373	464	479
12	33	36	102	111	171	175	373	395	479	494
13	36	39	111	120	175	179	395	417	494	509
14	39	42	120	129	179	183	417	439	509	524
15	42	45	129	138	183	187	439	461	524	539
16	45	48	138	147	187	191	461	483	539	554
17	48	51	147	156	191	195	483	505	554	569
18	51	54	156	165	195	199	505	527	569	584
19	54	57	165	174	199	203	527	549	584	599
20	57	60	174	183	203	207	549	571	599	614
21	60	63	183	192	207	211	571	593	614	629
22	63	66	192	201	211	215	593	615	629	644
23	66	69	201	210	215	219	615	637	644	659
24	69	72	210	219	219	223	637	659	659	674

Tabel 6. Jadwal Pekerjaan Tiap Unit (2)

Unit	Pasangan Bata		Plesteran		Atap		Instalasi Listrik		Plafond	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	352	366	366	382	681	684	707	709	709	712
2	366	380	382	398	684	687	709	711	712	715
3	380	394	398	414	687	690	711	713	715	718
4	394	408	414	430	690	693	713	715	718	721
5	408	422	430	446	693	696	715	717	721	724
6	422	436	446	462	696	699	717	719	724	727
7	436	450	462	478	699	702	719	721	727	730
8	450	464	478	494	702	705	721	723	730	733
9	464	478	494	510	705	708	723	725	733	736
10	478	492	510	526	708	711	725	727	736	739
11	492	506	526	542	711	714	727	729	739	742
12	506	520	542	558	714	717	729	731	742	745
13	520	534	558	574	717	720	731	733	745	748
14	534	548	574	590	720	723	733	735	748	751
15	548	562	590	606	723	726	735	737	751	754
16	562	576	606	622	726	729	737	739	754	757
17	576	590	622	638	729	732	739	741	757	760
18	590	604	638	654	732	735	741	743	760	763
19	604	618	654	670	735	738	743	745	763	766
20	618	632	670	686	738	741	745	747	766	769
21	632	646	686	702	741	744	747	749	769	772
22	646	660	702	718	744	747	749	751	772	775
23	660	674	718	734	747	750	751	753	775	778
24	674	688	734	750	750	753	753	755	778	781

Tabel 7. Jadwal Pekerjaan Tiap Unit (3)

Unit	Lantai	Pintu Jendela		Sanitair	Pengecatan			
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	712	716	716	721	767	770	770	773
2	716	720	721	726	770	773	773	776
3	720	724	726	731	773	776	776	779
4	724	728	731	736	776	779	779	782
5	728	732	736	741	779	782	782	785
6	732	736	741	746	782	785	785	788
7	736	740	746	751	785	788	788	791
8	740	744	751	756	788	791	791	794
9	744	748	756	761	791	794	794	797
10	748	752	761	766	794	797	797	800
11	752	756	766	771	797	800	800	803
12	756	760	771	776	800	803	803	806
13	760	764	776	781	803	806	806	809
14	764	768	781	786	806	809	809	812
15	768	772	786	791	809	812	812	815
16	772	776	791	796	812	815	815	818
17	776	780	796	801	815	818	818	821
18	780	784	801	806	818	821	821	824
19	784	788	806	811	821	824	824	827
20	788	792	811	816	824	827	827	830
21	792	796	816	821	827	830	830	833
22	796	800	821	826	830	833	833	836
23	800	804	826	831	833	836	836	839
24	804	808	831	836	836	839	839	842

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk Penjadwalan ulang yang mencakup waktu pelaksanaan dengan menggunakan metode *Line of Balance* pada proyek perumahan Kawanua Emerald City, maka dapat diambil kesimpulan yaitu hasil perhitungan total durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Perumahan Kawanua Emerald City cluster Beryl tipe 60/105 untuk total 24 unit rumah adalah 842 hari atau sekitar 2.3 tahun.

Referensi

- Aulia, M. A., Farisi, A. H., Wibowo, 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*, 211-219.
- Faisol. (2010). *Mata Kuliah Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Hinze, J. (2008). *Construction Planning and Scheduling*. Pearson.
- Husen, A. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jaskowski, P. (2015). Repetitif Construction Process Scheduling Using Mixed-Integer Linear Programming. *Budownictwo I Architektura, Vol. 14, No.2*, 55-61.
- Juesmin, E., Supriani, F., & Edriani, A. F. (2022). Analisis Penjadwalan Proyek Pada Pekerjaan Repetitif Perumahan T36/135 Dengan Metode Line of Balance (LoB) Dan Precedence Diagram Method (PDM). *Jurnal Teknosia, Vol. 16, No.2*, 09-19.
- Kalia, S. M., Utiahman, A., & Tuloli, M. Y. (2022). Penerapan Metode Line of Balance pada Proyek Konstruksi Repetitif. *Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan, Vol. 2, No. 1*, 35-46.
- Kenley, R., & Seppanen, O. (2009). *Location-based Management of Construction Projects: Part of a New Typology for Project Scheduling Methodologies*. Sydney.
- Nugraheni. (2004). *Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Memanfaatkan Line of Balance Diagram*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi I*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Setianto, A. (2004). Studi Perbandingan Metode BarChart dengan Line of Balance dalam Penjadwalan Kegiatan Pembangunan Perumahan. *Universitas Islam Sultan Agung*.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek : dari konseptual sampai operasional. Jilid 1* . Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Uher, T. E. (1996). *Programming and Scheduling Techniques*. Sydney: The University of New South Wales.