



## **Analisa Penjadwalan Dengan Metode CPM dan Line of Balance pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon**

**Philipus Renwarin**

Politeknik Negeri Ambon

**Octovianus Jamlaay**

Politeknik Negeri Ambon

**Vector Reinhard Redolf Hutubessy**

Politeknik Negeri Ambon

Alamat: Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon

Korespondensi penulis: [aldyrenwarin.ar@gmail.com](mailto:aldyrenwarin.ar@gmail.com)

**Abstract.** *The housing development project in CitraLand Ambon employs an average of S curve and bar chart scheduling methodologies. The scheduling initiative aims to ensure the completion of all ongoing housing developments according to the established timeline. The scheduling outcomes utilizing the S curve and Bar Chart for the construction of seven Jade-type residences indicate a work duration of 167 working days. In practice, experience indicates that delays frequently arise due to many circumstances. Consequently, a novel scheduling mechanism is implemented that must be tailored to the specific type of housing project. This study aims to plan the development of the Citraland Ambon housing project utilizing the Critical Path Method (CPM) for one Jade type house unit and the Line of Balance (LoB) for the building of seven Jade type houses, which will be compared to the current timeline. The Lo Bini technique often employs a uniform building type for the execution of housing project construction. Identifying the work group for standard and ongoing tasks is a key benefit of this strategy, which fundamentally prioritizes the volume of job types to avoid impeding subsequent tasks (successors and predecessors). The author's research of the CitraLand Ambon Housing project scheduling, utilizing the CPM approach, indicates that the construction length for one Jade type dwelling unit is 59 days. The application of the LoB approach on seven Jade-type dwellings requires 127 days. There is a discrepancy of 40 days when compared to the previous method's completion time of 167 days. Utilizing the Line of Balance method for planning is more productive and efficient.*

**Keywords:** *critical path method, line of balance, project duration*

**Abstrak.** Proyek pembangunan rumah pada perumahan CitraLand Ambon rata-rata menggunakan penjadwalan kurva S dan bar chart. Upaya penjadwalan tersebut agar semua pembangunan rumah yang berlangsung dapat terselesaikan dengan schedule yang sudah disusun. Dari hasil penjadwalan menggunakan kurva S dan Bar Chart untuk pembangunan 7 unit rumah type Jade, didapat durasi pengerjaan adalah sebanyak 167 hari kerja. Namun pada kenyataannya berdasarkan pengalaman, sering terjadi keterlambatan-keterlambatan yang dipengaruhi oleh banyak factor. Oleh sebab itu dilakukan metode penjadwalan baru yang mesti disesuaikan dengan jenis proyek perumahan tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menjadwalkan pembangunan proyek perumahan Citraland Ambon dengan metode *Critical Path Method* (CPM) pada salah 1 unit rumah type Jade dan *Line of Balance* (LoB) pada pembangunan 7 unit rumah type Jade yang akan dikomparasikan dengan jadwal existing. Dengan menggunakan metode Lo Bini juga pelaksanaan pembangunan proyek perumahan biasanya menggunakan tipe atau jenis bangunan yang sama. Penentuan kelompok kerja pekerjaan item pekerjaan yang tipikal dan terus menerus merupakan salah satu keunggulan metode ini yang pada dasarnya mengutamakan kuantitas jenis pekerjaan agar tidak menghambat jenis pekerjaan selanjutnya (successor and predecessor). Dari hasil analisis yang dilakukan oleh penulis pada penjadwalan proyek Perumahan CitraLand Ambon dengan menggunakan metode CPM, diperoleh durasi waktu penyelesaian pembangunan 1 unit rumah type Jade adalah 59 hari. Sedangkan dengan menggunakan metode LoB pada 7 unit rumah type Jade adalah 127 hari. Dibandingkan dengan jumlah penyelesaian pada metode existing 167 hari, terdapat selisih 40 hari. Maka perencanaan dengan menggunakan metode *Line of Balance* lebih efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** *critical path method, line of balance, durasi proyek*

## **PENDAHULUAN**

Pembangunan proyek perumahan merupakan salah satu sektor yang terus berkembang dan memainkan peranan penting dalam memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal yang layak bagi masyarakat. Salah satu contoh proyek perumahan yang sedang berlangsung adalah Proyek Perumahan Citraland Ambon, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pembangunan kawasan perumahan di daerah tersebut. Proyek ini melibatkan berbagai kegiatan konstruksi yang perlu dikelola dengan efektif untuk memastikan penyelesaian tepat waktu dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan. Dalam hal ini, penjadwalan proyek menjadi salah satu aspek yang sangat penting untuk mendukung kelancaran proyek tersebut.

Metode penjadwalan yang tepat akan memberikan gambaran yang jelas mengenai urutan dan waktu pelaksanaan setiap kegiatan dalam proyek, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko keterlambatan. Dua metode yang sering digunakan dalam perencanaan dan pengendalian waktu proyek adalah Critical Path Method (CPM) dan Line of Balance (LOB). CPM memungkinkan manajer proyek untuk mengidentifikasi jalur kritis yang mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan, sementara LOB digunakan untuk memantau progres pekerjaan yang berulang, seperti pekerjaan di setiap unit perumahan dalam proyek ini. Kedua metode ini memiliki kelebihan masing-masing dan dapat saling melengkapi untuk menghasilkan penjadwalan yang lebih akurat dan optimal.

Penerapan kedua metode ini pada Proyek Perumahan Citraland Ambon diharapkan dapat memberikan analisis yang mendalam mengenai cara terbaik dalam mengelola waktu pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas penggunaan CPM dan LOB dalam penjadwalan proyek konstruksi, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja waktu dalam proyek tersebut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengelolaan proyek perumahan di Ambon dan memberikan rekomendasi untuk peningkatan sistem penjadwalan yang lebih efisien dan produktif di masa mendatang.

Manajemen proyek merupakan suatu sistem rekayasa, dimana semua sumber daya yang berupa waktu, dana, peralatan, teknologi manusia, material didalam proses konstruksi disusun dan diorganisasikan membentuk urutan kegiatan kegiatan dalam suatu kerangka logis yang akan membentuk sistem manajemen proyek. Proyek dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan yang memiliki jangka waktu tertentu dengan sumber daya terbatas dan sesuai dengan biaya yang dialokasikan. Pada suatu kegiatan konstruksi memiliki tiga komponen utama, yaitu waktu, mutu dan biaya. Tanpa perencanaan yang tepat, maka suatu proyek memiliki peluang untuk mengalami kegagalan yang dapat merugikan perusahaan maupun pemilik proyek. Terutama dalam proyek-proyek perumahan, biasanya terjadi kesepakatan dalam hal jual beli antara pengembang dan konsumen, dimana jadwal penyelesaian pembangunan menjadi salah satu point penting dalam akta jual beli.

Selama ini semua kontraktor yang melakukan pekerjaan pembangunan rumah di CitraLand Ambon dalam menentukan waktu dan biaya yang dibutuhkan hanya berdasarkan pengalaman. Kontraktor seringkali mendapatkan masalah dalam waktu penyelesaian proyek karena waktu penyelesaian tidak sesuai dengan waktu yang telah disepakati sebelumnya. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2019 telah dibuat dua buah kontrak (Surat Perintah Kerja) antara Citraland Ambon dengan Kontraktor untuk membangun 11 unit rumah yang dibagi menjadi 2 kontrak, yakni kontrak pertama dengan 7 unit type sama dan kontrak kedua dengan 4 unit type sama. Dengan durasi pekerjaan yang disepakati adalah 10 bulan terhitung dari bulan Oktober 2019

sampai Agustus 2020. Namun pada kenyataannya hamper rata-rata rumah-rumah tersebut terlesaikan pada april 2021 sampai Januari 2022.

Hal ini akan berdampak buruk bagi kontraktor maupun CitraLand Ambon, diantaranya memperburuk image kontraktor yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai kontrak yang telah disepakati, serta memicu pandangan negative konsumen terhadap pengembang karena tidak mampu menyelesaikan pembangunan rumah sesuai dengan kesepakatan dalam akta jual beli. Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Apalagi ditambah dengan proyek perumahan Citraland Ambon yang merupakan proyek berulang (repetitif), artinya proses pembangunan yang dilakukan merupakan pembangunan rumah-rumah yang memiliki kesamaan type dan luas bangunan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis penjadwalan proyek yang efektif dan efisien dengan menggunakan Metode CPM Dan Line Of Balance Pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon. Agar dapat terpantau setiap waktu pelaksanaan serta mempermudah proses pembangunan dengan jadwal yang telah ditentukan. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh data berapa durasi pekerjaan dan mendapatkan jalur lintasan kritis yang terjadi pada pembangunan perumahan CitraLand Ambon dengan metode CPM, mengetahui durasi waktu rencana pelaksanaan kegiatan pada Proyek Pembangunan Perumahan CitraLand Ambon dengan metode Line of Balance serta dapat perbandingan Metode Line of Balance dengan schedule existing agar dapat melihat durasi yang mesti digunakan.

## **KAJIAN TEORI**

### **Manajemen Proyek**

Pengertian manajemen proyek adalah usaha pengerjaan suatu proyek yang dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu dengan tujuan tercapainya proyek tersebut secara efisien dan efektif. Usaha pengerjaan yang di maksud di atas meliputi proses *Planning* (Perencanaan), *organizing* (Pengaturan), dan *Controlling* (Pengendalian).

Skill manajemen proyek penting untuk dikuasai bukan tanpa alasan kuat. Lewat manajemen proyek yang baik, anda bisa mengelola risiko *trial* dan *error* dengan tenang dan tepat, memaksimalkan potensi anggota dan tim, mampu membuat sketsa perencanaan proyek yang tepat, jeli memanfaatkan peluang, dan mampu menjaga integrasi proyek agar terus berkesinambungan.

Secara kolektif, manajemen proyek adalah suatu pendekatan/metode untuk mengelola suatu proyek dengan efektif dan efisien. Sistem ini hadir sebagai perangkat untuk membantu mengelola kegiatan-kegiatan berbentuk proyek, misalnya proyek konstruksi. Tanpanya, suatu proyek akan sulit dieksekusi baik dari segi biaya, waktu, atau bahkan kualitasnya.

Manajemen proyek memiliki sejumlah tujuan untuk dapat membantu proyek berjalan dengan lancar, di antaranya:

1. Menyelesaikan tepat waktu
2. Menjaga anggaran
3. Menjaga kualitas
4. Melancarkan proyek

Dengan demikian, didalam manajemen proyek, setiap penanggungjawab proyek mesti mengambil keputusan-keputusan penting dalam proses berjalannya suatu pekerjaan yang sementara atau akan dikerjakan.

### **Metode Critical Path Method (CPM)**

Pada tahun 1956, Departemen Jasa dan Rekayasa dari perusahaan E. I. Du Pont de Nemours, memprakarsai jaringan kerja grafis yang telah dikembangkan melalui riset, yang kemudian berkembang menjadi metode jalur kritis atau CPM.

Dalam metode CPM terdapat jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri,1997).

CPM merupakan metode yang menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan tertentu (deterministik) atau perkiraan waktu atau durasi tunggal untuk setiap aktivitas (*Single Duration Estimate*). Metode CPM atau dikenal juga dengan metode lintasan kritis, banyak digunakan kalangan industri atau proyek *engineering* konstruksi.

Pada dasarnya metode CPM ini memiliki segi positif, diantaranya CPM menggunakan pola jaringan terpadu (*Network Planning*) yang terdiri dari serangkaian kegiatan satu dengan lainnya yang dimaksudkan untuk mendapatkan efisiensi kerja yang maksimal.

Dalam metode CPM ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

#### **Durasi Kegiatan CPM**

Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian dalam menghadapi jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah, salah satu usahanya dengan menggunakan analisis jaringan kerja yang merupakan penyajian perencanaan dan pengendalian khususnya jadwal kegiatan proyek secara analitis dan sistematis. Jaringan kerja ini merupakan jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan untuk menyelesaikan suatu proyek berdasarkan urutan-urutan dan ketergantungan kegiatan satu dengan kegiatan lainnya.

#### **Jaringan Kerja CPM**

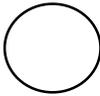
Hal yang pertama kali dilakukan adalah mencari data-data yang diperlukan dari proyek yang akan dilakukan sebagai tempat penelitian yaitu berupa Kurva S dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB). Berdasarkan data Kurva S yang diperoleh, maka dilakukan penyusunan komponen-komponen kegiatan sesuai urutan logika ketergantungan. Setelah susunan selesai, tahap selanjutnya adalah membuat perencanaan ulang penjadwalan proyek dengan menggunakan metode CPM untuk menentukan pekerjaan kritis dan non kritis dan kemudian menggambarkan jaringan kerja sesuai metode yang digunakan. *Network planning* banyak membantu memecahkan persoalan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang besar dan kompleks.

#### **Simbol-simbol pada Jaringan Kerja CPM**

Berikut ini merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan kerja dalam suatu proyek yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam Jaringan Kerja**

Anak Panah Busur  —————▶	Mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan disini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration  (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah <i>resources</i> (sumber, tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan.
-----------------------------------	--

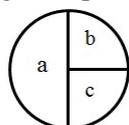
Lingkaran 	Mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau <i>event</i> . Kejadian ( <i>event</i> ) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru
Anak panah putus-putus 	Menyatakan kegiatan semu atau <i>dummy activity</i> . <i>Dummy</i> disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan <i>dummy</i> ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan <i>dummy</i> tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
Anak panah (tebal) 	Merupakan kegiatan pada lintasan kritis, yaitu aktivitas yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Lintasan kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek.

1. Langkah-langkah dan Perhitungan CPM

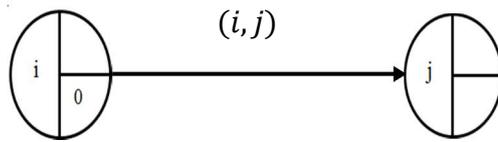
Untuk memudahkan perhitungan waktu digunakan notasi-notasi sebagai berikut.

- TE : *Earliest event occurance time*, yaitu saat tercepat terjadinya kejadian atau event.
- TL : *Latest event occurance time*, yaitu saat paling lambat terjadinya kejadian.
- ES : *Earliest activity start time*, yaitu saat tercepat dimulainya kegiatan atau aktifitas.
- EF : *Earliest activity finish time*, yaitu saat tercepat diselesaikannya kegiatan.
- LS : *Latest activity start time*, yaitu saat paling lambat dimulainya kegiatan.
- LF : *Latest activity finish time*, yaitu saat paling lambat diselesaikannya kegiatan.
- D : *Activity duration time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (biasanya dinyatakan dalam hari).
- TF : Total *slack* atau total *float*.
- FF : *Free slack* atau *free float*.

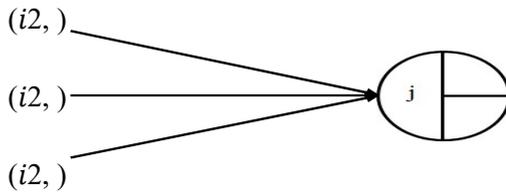
Adapun perhitungan yang harus dilakukan terdiri atas dua cara, yaitu cara perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*). Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* menuju *terminal event* maksudnya ialah menghitung saat yang paling tercepat terjadinya *events* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES dan EF). Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari *terminal event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lambat terjadinya *events* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TL, LS, dan LF). Dengan selesainya kedua perhitungan ini, barulah *float* dapat dihitung. Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur ini, lingkaran kejadian (*event*) dibagi atas tiga bagian seperti pada Gambar 2.1.



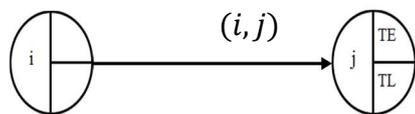
Gambar 1. Lingkaran Kejadian (*Event*)



Gambar 2. Mulainya Kejadian pada Hari yang Ke Nol



Gambar 3. Kejadian yang menggabungkan beberapa aktivitas



Gambar 4. TE dan TL Aktivitas pada AOA

### Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah jalur atau jalan yang dilintasi atau dilalui yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu pekerjaan. Dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan (Badri, 1997). Untuk menentukan lintasan kritis diperlukan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Perhitungan Maju (*forward computation*)

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* menuju ke *terminal event*. Tujuannya ialah menghitung saat yang paling cepat terjadinya *event* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES, dan EF).

b. Perhitungan Mundur (*backward computation*)

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari *terminal event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lambat terjadinya *event* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TL, LS, dan LF).

c. Perhitungan kelonggaran waktu (*float* atau *slack*)

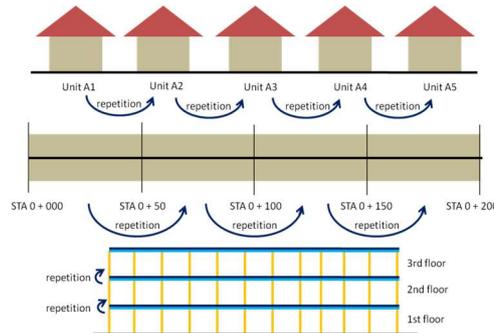
*Float* memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada sebuah jaringan kerja, ini dapat dipakai pada waktu penggunaan jaringan kerja dalam praktek dan memungkinkan digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material, peralatan dan tenaga kerja. *Float* ini terbagi atas dua jenis yaitu *total float* dan *free float*. *Total Float* adalah jumlah waktu dimana waktu penyelesaian suatu kegiatan dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan. Karena itu, *total float* dihitung dengan cara mencari selisih antara saat paling lambat dimulainya aktivitas dengan saat paling cepat dimulainya aktivitas. *Float* memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada kegiatan (LS-ES), atau dapat pula dengan mencari selisih antara saat paling lambat diselesaikannya kegiatan dan saat paling cepat diselesaikannya kegiatan (LF-EF). Dalam hal ini cukup dipilih salah satu saja.

### 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 (Gambar 1) 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 dua stasiun, dan konstruksi perumahan 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 manusia untuk menjalankan aktivitas sehari-hari, maka penting untuk mengembangkan metode penjadwalan khusus yang efisien untuk tipe proyek berkarakter pekerjaan berulang.



Gambar 5. Ilustrasi Proyek *Repetitif*

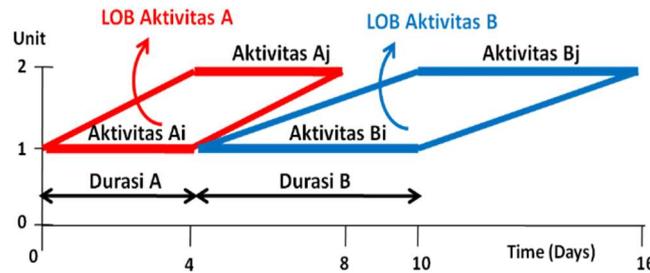
### Metode Line of Balance

Metode Line of Balance (LoB) adalah metode yang menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan utama dari metodologi LoB adalah menyediakan tingkat produktifitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah. Selain itu, plot LoB juga dapat menunjukkan dengan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan, dan dapat mendeteksi potensial gangguan yang akan datang. Dengan demikian, LoB mempunyai pemahaman yang lebih baik untuk proyek-proyek yang tersusun dari kegiatan berulang dari pada teknik penjadwalan yang lain, karena LoB memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat produktifitas kegiatan, mempunyai kehalusan dan efisiensi dalam aliran sumber daya, dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya daripada penjadwalan *network* (Arditi dan Albulak, 1986).

Metode *Line of Balance* cukup efektif untuk digunakan pada proyek bangunan bertingkat dengan keragaman masing – masing tingkat bangunan *repetitif* 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 metoda *Network*, karena metoda penjadwalan *linier* dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan oleh metode *Network*. Di dalam berbagai *repetitive* 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 – repetitive*.

#### 1. Teknik Perhitungan LoB

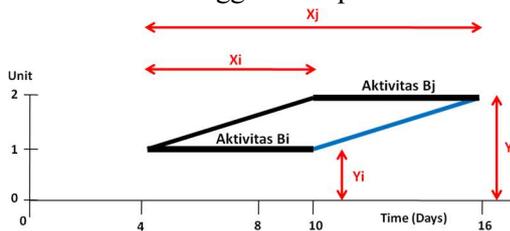
Menurut Mawdesley (1997), LoB mempunyai format dasar grafik X-Y dengan sumbu axis (X) merupakan variabel waktu dan sumbu ordinat (Y) merupakan variabel jumlah unit berulang. LoB pada penelitian ini akan digambarkan sebagai jajar genjang untuk setiap pekerjaan. Setiap aktivitas digambarkan sebagai garis horisontal sepanjang durasi (sumbu X) dan setinggi jumlah unitnya (sumbu Y).



Gambar 6. Penggambaran LoB

**Tingkat Produksi sebagai Fungsi Linear LoB**

Setiap garis LoB, yang mewakili setiap pekerjaan, mempunyai kemiringan garis konstan/gradien (m) yang menunjukkan kecepatan produksi (Arditi dan Albulak, 1986). Jika telah diketahui kemiringan garis (Gambar 3), maka penentuan nilai pada setiap titik di sepanjang garis yang sama dapat ditentukan menggunakan persamaan linear.



Gambar 7. Line of Balance sebagai Fungsi Linear

**2. Teknik Perhitungan LoB**

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

- a. Logika ketergantungan
- b. Variabel dalam perhitungan *Line of Balance*
- 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 adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (  $M = \text{Jam per unit target mingguan}$  ) dengan satuan jam.

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{jam kerja per hari}$$

2. Perhitungan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis), dengan satuan orang.

$$(N = \text{Orang})$$

$$N = \frac{M \times \text{Unit Target mingguan}}{\text{Jam kerja per minggu}}$$

3. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (  $n = \text{orang per kelompok}$  ) dengan satuan orang.
4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H) dengan satuan kelompok.
5. Perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A) dengan satuan orang.

$$A = n \times H$$

6. Perhitungan rataan *actual* kelompok kerja yang digunakan (R) dengan satuan orang.

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

7. Perhitungan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t) dengan satuan hari.

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

8. Perhitungan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T), dengan satuan orang.

$$T = \frac{\text{Target pekerjaan uni}}{R} \times \text{Hari kerja}$$

9. Menentukan *Buffer Time* (B) dengan satuan hari.

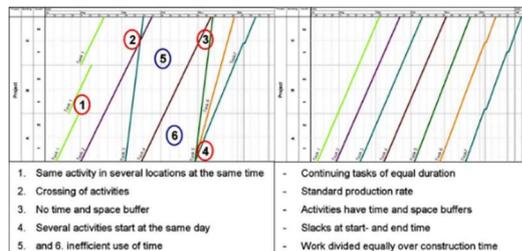
d. Penundaan

3. Lead Times dan Delivery Program

*Lead Times* adalah waktu yang harus dilalui oleh suatu pekerjaan sampai seluruh rangkaian pekerjaan selesai. *Lead Times* dapat menunjukkan jumlah pekerjaan yang sudah selesai dalam kurun waktu tertentu, sehingga tingkat produksi bisa selalu dikontrol apakah sesuai dengan perencanaan awal. *Delivery Program* merupakan suatu target waktu penyelesaian proyek dengan kegiatan *repetitif* berupa laju penyelesaian masing – masing kegiatan *repetitive (Delivery Rate)*.

4. Buffer

*Buffer* adalah penyerapan yang memungkinkan untuk mengatasi gangguan antara tugas – tugas atau lokasi yang berdekatan. *Buffer* merupakan komponen dari hubungan logika antara dua tugas tapi yang dapat menyerap penundaan. *Buffer* tampak sangat mirip dengan kelambanan (*float*), yang digunakan untuk melindungi jadwal dan dimaksudkan untuk menyerap variasi kecil dalam produksi



Gambar 8. Penjadwalan LoB Yang Menunjukkan Adanya Konflik

Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya. Dalam menyusun penjadwalan proyek, perlu dibuat hubungan keterkaitan antar item pekerjaan. Penyusunan logika ketergantungan pekerjaan disusun sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan penjadwalan proyek dengan penggunaan sumber daya yang kontinyu untuk unit-unit berulang.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Logika Ketergantungan**

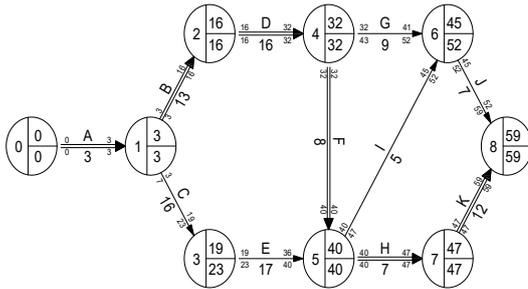
Dari data yang ada, maka langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat Logika Ketergantungan.

Tabel 4.2. Tabel Logika Ketergantungan  
(Sumber. *Hasil Penelitian Penulis, 2022*)

**Analisa Penjadwalan Dengan Metode CPM dan Line of Balance  
pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon**

KEGIATAN	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	PREDECESSOR	SUCCESSOR
A	Pekerjaan Persiapan	3		B,C
B	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	13	A	D
C	Pekerjaan Beton	16	A	E
D	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	16	B	F,G
E	Pekerjaan Atap	17	C	H,I
F	Pekerjaan Plafon	8	D	H,I
G	Pekerjaan Listrik	9	D	J
H	Pekerjaan Lantai	7	E,F	K
I	Pekerjaan Kosen pintu jendela dan Ventilasi	5	E,F	J
J	Pekerjaan Sanitair	7	I,G	
K	Pekerjaan Finishing	12	H	

**Network Planing**



**Gambar 4.2. Network Planing**  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

Lintasan kritis pada gambar Network CPM tersebut adalah :



**1. Perhitungan Total Float dan Free Float**

**Tabel 4.3. Tabel Perhitungan Total Float dan Free Float**  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

NO	ITEM PEKERJAAN	t (hari)	T (hari)	B (hari)	Start Unit 1	Start Unit 7	Urutan Kelompok
1	Pekerjaan Persiapan	3,0	18,0	0,0	0,0	18,0	1
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	13,0	10,8	0,0	3,0	13,8	2
3	Pekerjaan Beton	16,0	3,0	0,0	16,0	19,0	3
4	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	16,0	3,9	0,0	32,0	35,9	4
5	Pekerjaan Atap	17,0	18,0	0,0	48,0	66,0	5
6	Pekerjaan Plafon	8,0	6,8	0,0	65,0	71,8	7
7	Pekerjaan Listrik	9,0	6,8	0,0	73,0	79,8	9
8	Pekerjaan Lantai	7,0	18,0	0,0	82,0	100,0	6
9	Pekerjaan Kosen pintu jendela & Ventilasi	5,0	18,0	0,0	89,0	107,0	8
10	Pekerjaan Sanitair	7,0	9,0	0,0	94,0	103,0	10
11	Pekerjaan Finishing	12,0	18,0	0,0	101,0	119,0	11

**LINTASAN KRITIS**

**4.1. Analisa Data Menggunakan Metode Line of Balance**

Penelitian ini akan merencanakan penjadwalan pembangunan perumahan tipe Jade dengan luas 43 m<sup>2</sup> sebanyak 7 unit dan akan direncanakan mulai dari unit 1 sampai dengan unit 7 yang didasarkan pada bentuk pekerjaan yang tipikal untuk setiap unitnya.

**1. Rekap Jenis Pekerjaan dan Pembagian Kelompok**

Berdasarkan data pekerjaan yang ada pada table 4.1, maka perlu dilakukan pembagian kelompok kerja sesuai dengan jenis pekerjaan, Berikut data yang dihasilkan :

**Analisa Penjadwalan Dengan Metode CPM dan Line of Balance  
pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon**

Tabel. 4.4. Jenis Pekerjaan, Logika Ketergantungan dan Kelompok Kerja  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	PRHDFEC-ISSOR	SUCCE-SSOR	KELOMPOK KERJA
1	Pekerjaan Persiapan	3		B,C	1
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	13	A	D	2
3	Pekerjaan Beton	16	A	E	3
4	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	16	B	F,G	4
5	Pekerjaan Atap	17	C	H,I	5
6	Pekerjaan Plafon	8	D	II,I	6
7	Pekerjaan Listrik	9	D	J	7
8	Pekerjaan Lantai	7	E,F	K	8
9	Pekerjaan Kosen pintu jendela dan Ventilasi	5	E,F	J	9
10	Pekerjaan Sanitair	7	I,G		10
11	Pekerjaan Finishing	12	H		11

**2. Pembuatan Jadwal Dengan Metode Line of Balance**

Pada pembuatan jadwal dengan metode *Line of Balance* terdapat beberapa variable yang harus dihitung.

Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Berdasarkan Variabel  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	JUMLAH PEKERJA (jam)	M	N	n	H	A	R	t	T	B
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Pekerjaan Persiapan	3	3	72.0	0.4	3.0	1.0	3.0	2.0	3.0	18.0	0.0
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	13	5	520.0	2.7	5.0	1.0	5.0	3.3	13.0	10.8	0.0
3	Pekerjaan Beton	16	6	768.0	4.0	6.0	3.0	18.0	12.0	16.0	3.0	0.0
4	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	16	7	896.0	4.7	7.0	2.0	14.0	9.3	16.0	3.9	0.0
5	Pekerjaan Atap	17	3	408.0	2.1	3.0	1.0	3.0	2.0	17.0	18.0	0.0
6	Pekerjaan Plafon	8	4	256.0	1.3	4.0	2.0	8.0	5.3	8.0	6.8	0.0
7	Pekerjaan Listrik	9	2	144.0	0.8	2.0	4.0	8.0	5.3	9.0	6.8	0.0
8	Pekerjaan Lantai	7	3	168.0	0.9	3.0	1.0	3.0	2.0	7.0	18.0	0.0
9	Pekerjaan Kosen pintu jendela dan Ventilasi	5	3	120.0	0.6	3.0	1.0	3.0	2.0	5.0	18.0	0.0
10	Pekerjaan Sanitair	7	3	168.0	0.9	3.0	2.0	6.0	4.0	7.0	9.0	0.0
11	Pekerjaan Finishing	12	3	288.0	1.5	3.0	1.0	3.0	2.0	12.0	18.0	0.0

Tabel 4.6. Perhitungan Memulai Pekerjaan Unit 1 dan Unit 7  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

NO	KEGIATAN	EETI	LETI	DURASI	EETJ	LETJ	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	A	0	0	3	3	3	0	0
2	B	3	3	13	16	16	0	0
3	C	3	7	16	19	23	4	0
4	D	16	16	16	32	32	0	0
5	E	19	23	17	36	40	4	0
6	F	32	32	8	40	40	0	0
7	G	32	43	9	41	52	11	0
3	H	40	50	7	47	47	0	0
4	I	40	47	5	45	52	7	0
5	J	45	52	7	52	59	7	0
6	K	47	47	12	59	59	0	0

Keterangan table 4.6.

- Start day unit ke 1 merupakan penjumlahan antara t (jenis pekerjaan sebelumnya) + B (jenis pekerjaan sebelumnya) + start unit 1 (jenis pekerjaan sebelumnya)
- Start day unit ke 7 merupakan penjumlahan antara T (jenis pekerjaan sedang berlangsung) + start day unit ke 1 (jenis pekerjaan sedang berlangsung)
- Untuk jenis pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan pada urutan kelompok pengerjaan maka start unit ke 1 merupakan pengurangan jumlah pada tabel note dengan T (jenis pekerjaan sedang berlangsung)

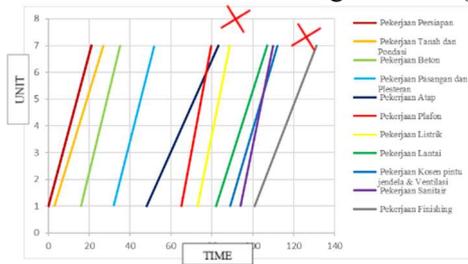
**3. Diagram Line of Balance**

Dari hasil perhitungan memulainya pekerjaan unit 1 hingga unit 7, maka langkah selanjutnya untuk membuat diagram LoB yaitu dengan rekapitulasi data hari memulai pekerjaan dan durasi yang sesuai dengan urutan kelompok kerja.

Tabel 4.7. Rekapitulasi Mulai Unit Pekerjaan  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI PER SIKLUS PEKERJAAN (hari)	START PAKET UNIT 7 (hari)	START PAKET UNIT 1 (hari)	FINISH PAKET PAKET (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	3	18	0	21
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	13	14	3	27
3	Pekerjaan Beton	16	19	16	35
4	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	16	36	32	52
5	Pekerjaan Atap	17	66	48	83
6	Pekerjaan Plafon	8	72	65	80
7	Pekerjaan Listrik	9	80	73	89
8	Pekerjaan Lantai	7	100	82	107
9	Pekerjaan Kusen pintu jendela & Ventilasi	5	107	89	112
10	Pekerjaan Sanitair	7	103	94	110
11	Pekerjaan Finishing	12	119	101	131

Dari tabel 4.6 diatas dapat digambarkan diagram LoB yang berupa keterangan *quantity* pada sumbu vertical dan keterangan waktu (*time*) pada sumbu horizontal.



Gambar 4.3. Grafik Diagram *Line of Balance*  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

### Penundaan Pada Metode LoB

Dari hasil gambar 4.3 di atas, diperkirakan waktu penyelesaian untuk proyek Pembangunan rumah type Jade pada Perumahan CitraLand Ambon sebanyak 7 unit akan selesai dalam waktu 131 hari. Akan tetapi harus dilakukan penundaan dan percepatan karena terdapat grafik unit pekerjaan yang saling memotong sehingga tidak terdapat situasi successor dan Predecessor. Agar dapat mengetahui durasi penundaan, dilakukan trial penundaan pada mulainya pekerjaan unit berdasarkan pengamatan diagram yang saling berpotongan. Dari pengamatan diagram tersebut terdapat diagram yang saling memotong antara lain sebagai berikut :

1. Diagram pekerjaan atap yang memotong pekerjaan plafon.
2. Diagram pekerjaan kusen pintu jendela dan ventilasi yang memotong pekerjaan Sanitair.

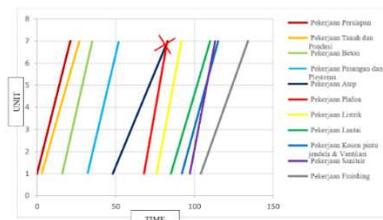
Dari hasil pengamatan diagram yang saling berpotongan diatas maka dapat dilakukan trial penundaan pada diagram yang mengalami perpotongan tersebut.

### Trial Penundaan Pada Metode LoB

Berikut ini merupakan *trial* penundaan pada metode LoB:

1. *Trial* penundaan pada diagram pekerjaan atap
  - a. Penundaan selama 3 hari

Setelah dilakukan penundaan selama 3 hari, maka diperoleh hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini.

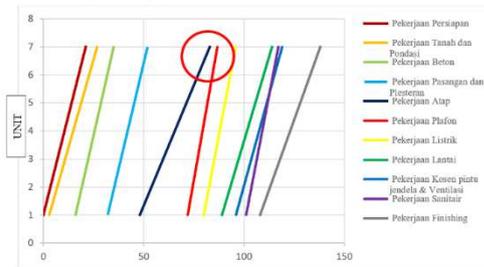


Gambar 4.4. *Trial* penundaan selama 3 hari  
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

Pada gambar 4.4 diketahui masih terjadinya potongan antar diagram sehingga *trial* penundaan harus dilakukan kembali

b. Penundaan selama 7 hari

Setelah dilakukan penundaan selama 7 hari, maka diperoleh hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.5. Trial penundaan selama 7 hari**

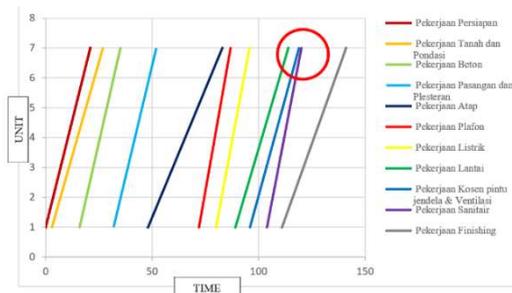
(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

Dari gambar 4.5 dapat dilihat tidak adanya potongan antar diagram sehingga *trial* penundaan berhasil di penundaan selama 7 hari.

2. Trial penundaan pada diagram pekerjaan sanitair

a. Penundaan selama 3 hari

Setelah dilakukan penundaan selama 3 hari, maka diperoleh hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.



**Gambar 4.6. Trial penundaan selama 3 hari**

(Sumber. Hasil Penelitian Penulis, 2022)

Dari gambar 4.6 dapat dilihat tidak adanya potongan antar diagram sehingga *trial* penundaan berhasil di penundaan selama 3 hari.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini maka diperoleh kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian sebagai berikut.

Durasi waktu yang didapatkan dari analisa penjadwalan dengan metode CPM dan *Line of Balance* pada pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon yaitu Dengan metode CPM pada pembangunan 1 unit rumah Type Jade didapat durasi pekerjaan rumah tersebut 59 hari. Dan hasil *Network Diagram* CPM didapati juga bahwa ada jalur lintasan kritis yang mesti menjadi perhatian pengawas dan kontraktor yakni pada pekerjaan persiapan (A), pekerjaan tanah dan pondasi (B), pekerjaan pasangan dan plesteran (D), pekerjaan plafon (F), pekerjaan lantai (H) dan pekerjaan finishing (K).

Dengan menggunakan metode *Line of Balance* pada pembangunan 7 unit rumah type Jade didapat durasi pekerjaan 7 unit rumah tersebut sampai selesai adalah 141 hari. Sehingga jika

dibandingkan dengan metode *existing* didapati metode LoB 141 hari dengan metode *existing* 167 hari dan terdapat selisih waktu 26 hari. Artinya dengan menggunakan metode LoB, durasi pekerjaan jauh lebih efisien. Jika melihat sisi efektivitas dan efisiensi dalam durasi waktu, maka metode *Line of Balance* lebih baik digunakan pada proyek tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. (2021). ANALISIS KINERJA WAKTU DENGAN METODE EARNED VALUE PADA PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI RAWA TERANTANG KABUPATEN BARITO KUALA (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- Aryanto, L. (2019). Analisis Kinerja Jaringan Irigasi Pada Pintu Air Saluran Sekunder Daerah Irigasi Bekri Kabupaten Lampung Tengah. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 4(1), 25-32.
- Fachrie, S. M., Samsuar, S., & Achmad, M. (2019). Penilaian kinerja sistem irigasi utama daerah irigasi bantimurung kabupaten maros. *Jurnal Agritechno*, 66-77.
- Jannata, J., Abdullah, S. H., & Priyati, A. (2015). Analisa Kinerja Pengelolaan Irigasi Di Daerah Irigasi Lemor, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat: Performance Analysis On Irrigation Management At Lemor Irrigation Area, East Lombok, West Nusa Tenggara. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 3(1), 112-121.
- Malik, A., Musa, R., & Ashad, H. (2022). Indeks Kinerja Sistem Irigasi Daerah Irigasi Lebani Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains*, 1(9), 24-31.
- Mohamad, I., Musa, R., & Ashad, H. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Petugas Operasi dan Pemeliharaan dalam Pengelolaan Operasi Jaringan Irigasi: Studi Kasus: Daerah Irigasi Opiyang Mancalele Kabupaten Halmahera Timur. *Jurnal Flyover*, 1(2), 48-59.
- Purbawa, G. B., Pandawani, N. P., Wiswasta, I. G. N. A., & Vipriyanti, N. U. (2022). Analisis Kinerja Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Padangkeling Berbasis Epaksi di Kabupaten Buleleng. *Jurnal ENMAP*, 3(1), 1-9.
- Ramadhan, S. (2024). Analisis Kinerja Operasi dan Pemeliharaan Saluran Irigasi Sekunder (DI) Malenggang Desa Puty Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 24(1), 20-28.
- Setyawati, Y. L., Zulkarnain, I., & Darmaputra, I. G. (2014). Evaluasi Kinerja Saluran Primer Pada Jaringan Irigasi Bendung Argoguruh Wilayah Adipuro Tegineneng Lampung Tengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 6(3), 202-214.
- Sudiarsa, M., Ardana, P. D. H., & Soriarta, K. (2015). Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Gadungan Lambuk di Kabupaten Tabanan untuk Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Pengelolaan Air Irigasi. *Akses*, 7(1), 20-33.