STUDI ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PROYEK JALAN SIMPANG BATU-LABURAN MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)

Bagas Prayogo Ashari[1], Munasih[2], dan Annur Ma'ruf[3]

[1]*Prodi Teknik Sipil S-1, ITN Malang, Jl. Sigura-gura no.2, Malang*
Email: bagasashari9@gmail.com
[2]*Prodi Teknik Sipil S-1, ITN Malang, Jl. Sigura-gura no.2, Malang*
Email: asih_prima@lecturer.itn.ac.id
[3]*Prodi Teknik Sipil S-1, ITN Malang, Jl. Sigura-gura no.2, Malang*
Email: annur2017@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

Project scheduling plays a crucial role in ensuring the effectiveness of construction project implementation, both in terms of time and cost. This study analyzes the duration and cost of the Simpang Batu-Laburan Road Improvement Project by comparing conventional (existing) scheduling with the Precedence Diagram Method (PDM). The analysis was conducted by calculating the total duration and cost for each method and the evaluating their efficiency. The results show that the existing schedule required 150 working days while rescheduling with PDM reduced the duration to 88 working days, achieving a time efficiency of 62 working days. However, the direct project cost increase form Rp17.702.184.000,00 to Rp17.972.343.000,00 due to adjustments in equipment coefficients and productivity improvement strategies. Despite the slight cost increase, the application of PDM proved effective in achieving significant time efficiency and supporting more optimal project execution. Therefore, this method is recommended for implementation from the planning stage, particularly for project with high complexity.

Keywords: Cost, Time Efficiency, Construction Project Scheduling, Precedence Diagram Method (PDM).

ABSTRAK

Penjadwalan proyek konstruksi berperan penting dalam menjamin efektivitas pelaksanaan pekerjaan baik dari segi waktu maupun biaya. Penelitian ini menganalisis durasi dan biaya Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan dengan membandingkan penjadwalan konvensional (*existing*) dan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Analisis dilakukan dengan menghitung total durasi dan biaya pada masing-masing metode untuk kemudian dievaluasi efesiensinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan *existing* membutuhkan 150 hari kerja, sedangkan penjadwalan ulang dengan PDM mampu memperpendek durasi menjadi 88 hari kerja atau lebih efesien 62 hari kerja. Namun, biaya langsung proyek meningkat dari Rp17.702.184.000,00 menjadi Rp17.972.343.000,00 akibat penyesuaian koefisien alat berat dan strategi peningkatan produktivitas. Meskipun terdapat kenaikan biaya, penerapan PDM terbukti efektif dalam memberikan efesiensi waktu yang signifikan serta mendukung pelaksanaan proyek secara lebih optimal. Oleh karena itu, metode ini direkomendasikan sejak tahap perencanaan, khususnya pada proyek dengan tingkat kompleksitas tinggi.

Kata kunci: Biaya, Efesiensi Waktu, Penjadwalan Proyek Konstruksi, *Precedence Diagram Method* (PDM).

1. PENDAHULUAN

Perencanaan dan penjadwalan merupakan aspek penting dalam keberhasilan proyek konstruksi, terutama pada proyek infrastruktur jalan yang menuntut efesiensi waktu dan biaya. Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan sepanjagn 2,194 meter saat ini masih berada pada tahap perencanaan dan hanya didukung data Gambar Kerja serta Rencana Anggaran Biaya (RAB), tanpa adanya penjadawalan formal. Kondisi ini berpotensi menimbulkan keterlambatan, pemborosan sumber daya, hingga kesulitan dalam mengendalikan biaya dan progres pekerjaan.

Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menyusun penjadwalan berdasarkan data *existing* kemudian mengevaluasinya menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), yaitu metode penjadwalan berbasis jaringan kerja yang mampu menggambarkan keterkaitan antar aktivitas secara logis dan sistematis. Melalui pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk membandingkan durasi dan biaya pelaksanaan proyek antara metode konvensional dengan metode PDM, serta menilai efesiensi keduanya.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan metode PDM dalam proyek konstruksi khususnya proyek jalan, sekaligus menjadi dasar evaluasi efesiensi waktu dan biaya serta referensi bagi perencana dalam menyusun jadwal kerja yang lebih terukur dan ekonomis.

2. DASAR TEORI

Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan proyek dalam batasan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan. Secara umum manajemen proyek memastikan bertujuan untuk memastikan seluruh aktivitas dalam proyek berjalan secara efektif dan efesien.

Kegiatas proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriterianya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Waktu atau jadwal, biaya, dan mutu dalam konteks proyek merupakan sasaran yang harus dicapai (Rani, 2016).

Definisi Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah proses mengatur urutan kegiatan, menentukan durasi setiap aktivitasm dan mengalokasikan sumber daya untuk memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Perencanaan waktu proyek meliputi langkah-langkah yang bertujuan agar proyek dapat diselesaikan sesuai sasaran waktu yang ditetapkan. Hasil langkah-langkah tersebut kemudia dianalisis dengan berbagai metode dan teknik untuk menyusun jadwal proyek (Soeharto, 1999).

Tujuan dan Manfaat Penjadwalan

Penjadwalan proyek adalah proses mengatur urutan kegiatan, menentukan durasi setiap aktivitasm dan mengalokasikan sumber daya untuk memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Perencanaan waktu proyek meliputi langkah-langkah yang bertujuan agar proyek dapat diselesaikan sesuai sasaran waktu yang ditetapkan. Hasil langkah-langkah tersebut kemudia dianalisis dengan berbagai metode dan teknik untuk menyusun jadwal proyek (Soeharto, 1999).

Hubungan Waktu, biaya, dan Sumber Daya

Dalam manajemen proyek terdapat tida kendala utama yang dikenal sebagai *triple constraint*, yaitu waktu, biaya, dan mutu (Soeharto, 1999). Waktu berkaitan dengan lamanya penyelesaian aktivitas proyek, biaya mencakup seluruh pengeluaran baik langsung maupun tidak langsung, sedangkan mutu dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya seperti tenaga kerja, material, dan peralatan. Karena ketiga aspek ini saling berkaitan, perubahan pada salah satunya akan berdampak pada dua aspek sisi lainnya. Misalnya, percepatan waktu pelaksanaan umumnya membutuhkan tambahan sumber daya yang berimplikasi pada peningkatan biaya. oleh karena itu, penjadwalan proyek harus mampu menjaga keseimbangan antara waktu, biaya, dan mutu agar tujuan proyek dapat tercapai secara optimal.

Arrow Diagramming Method (ADM)

Dalam metode ini, setiap aktivitas proyek direpresentasikan dengan anak panah yang menghubungkan dua *node* sebagai penanda peristiwa penting, yakni awal (i) dan akhir (j) (Siswanto, 2019). Hubungan antar aktivitas dalam ADM hanya berupa *Finsih-to-Start (FS*), sehingga suatu pekerjaan baru dapat dimulai setelah pendahulunya selesai. Untuk memperjelas ketergantungan logis yang tidak dapat digambarkan secara langsung, digunakan *dummy activity* dengan durasi nol. Melalui metode ini, jalur kritis proyek dapat ditentukan, yaitu rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang yang memengaruhi waktu penyelesaian proyek.

Precedence Diagram Method (PDM)

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) merupakan jaringan kerja dengan klasifikasi *Activity-on-Node* (AON), di mana aktivitas digambarkan dalam bentuk kotak (*node*) yang berisi identitas, durasi, serta atribut penting seperti *Early Start* (ES), *Late Start* (LS), *Early Finish* (EF), dan *Late Finish* (LF) (Soeharto, 1999). Berbeda dengan *Arrow Diagramming Method* (ADM) yang hanya menggunakan hubungan *Finish to Start* (FS), PDM memungkinkan empat jenis hubungan, yaitu *Finish-to-Start* (FS), *Start-to-Start* (SS), *Finish-to-Finish* (FF), dan *Start-to-Finish* (SF). Selain itu, hubungan antar aktivitas dapat disertai *lead* (percepatan) maupun *lag* (waktu tunggu), sehingga analisis ketergantungan kegiatan menjadi fleksibel.



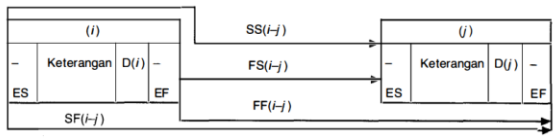
Gambar 1. Denah pada *node* PDM

Jalur Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat peka terhadap keterlambatan. Jika sebuah kegiatan kritis

tertunda satu hari, maka proyek secara keseluruhan juga akan mundur satu hari, meskipun kegiatan lainnya berjalan sesuai jadwal. Pada metode PDM, jalur dan kegiatan kritis memiliki sifat yang sama seperti pada CPM, sehingga cara identifikasi maupun perhitungannya juga serupa. Adapun ciri-ciri kegiatas kritis adalah sebagai berikut :

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama (ES=LS).
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama (EF=LF).
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal (LF-ES=D).
4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.



Gambar 2. Menghitung ES dan EF

Microsoft Project

Microsoft Project merupakan perangkat lunak manajemen proyek yang banyak digunakan dalam industri konstruksi untuk membantu perencanaan dan pengendalian pekerjaan. Aplikasi ini mendukung penjadwalan berbasis aktivitas, alokasi sumber daya, pemanatauan kemajuan, serta pelaporan proyek secara terintegrasi. Fitur utama yang sering dimanfaatkan adalah pembuatan *Gantt Chart* dan *Network Diagram* secara otomatis, yang memudahkan visualisasi durasi, urutan, serta hubungan ketergantungan antar aktivitas. Melalui analisis dengan metode jalur kritis (*Critical Path*) berbasis PDM, perangkat lunak ini mampu mengidentifikasi aktivitas dengan durasi terpanjang maupun *float* minimun.

Manajemen Biaya

Manajemen biaya proyek melibatkan segala proses yang diperlukan dalam pengelolaan proyek guna memastikan pencapaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disepakati. Oleh karena itu, estimasi biaya dalam sebuah perencanaan menjadi salah satu titik krusial dalam penyelenggaraan proyek. Menurut Wahyudin et al. (2023) dalam konteks pekerjaan proyek, estimasi biaya dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Biaya langsung (*Direct cost*)
   Biaya langsung secara umum dapat dijabarkan sebagai biaya bahan material, biaya upah pekerja, biaya alat, dan biaya subkontraktor.
2. Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)
   Adalah semua biaya yang tidak secara langsung berkaitan dengan kegiatan didalam lingkup proyek seperti biaya pemasaran, pajak, biaya risiko, keuntungan kontraktor dan lain sebagainya.
3. Biaya kesempatan yang hilang (*Opportunity cost*)
   Merupakan potensi keuntungan yang akan hilang jika proyek konstruksi mengalami keterlambatan penyelesaian.

Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya memegang peranan krusial dalam penyelenggaraan proyek. Proses ini bertujuan untuk memperkirakan besarnya dana yang dibutuhkan dalam pembangunan atau investasi, sekaligus menjadi instrumen pengendalian terhadap penggunaan sumber daya proyek. Estimasi biaya juga berkaitan erat dengan analisis biaya, yaitu kegiatan menelaah dan menilai biaya pada pekerjaan sebelumnya sebagai dasar penyusunan perkiraan biaya yang lebih akurat.
Menurut Wahyudin et al. (2023) dalam konteks pekerjaan proyek, biaya dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Biaya langsung (*Direct cost*)
   Biaya dalam proyek yang termasuk dalam biaya langsung diantaranya adalah biaya bahan material, biaya upah kerja, biaya alat, biaya subkontraktor.
2. Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)
   Adalah semua biaya yang tidak secara langsung terkait dengan kegiatan proyek. Biaya ini umumnya terjadi di luar lingkup proyek. Beberapa yang termasuk dalam biaya tidak langsung proyek adalah biaya pemasaran, pajak, biaya risiko, keuntungan kontraktor dan lain sebagainya.
3. Biaya kesempatan yang hilang (*Opportunity cost*)
   Merupakan potensi keuntungan yang hilang jika proyek mengalami keterlambatan penyelesaian. Keuntungan ini dapa diperoleh jika proyek dapat diselesaikan tepat waktu. Biaya kesempatan yang hilang akan meningkat seiring dengan penundaan waktu proyek.

Ketentuan Upah Lembur

Pada pelaksanaan proyek konstruksi sering kali dihadapi dengan keterbatasan waktu akibat faktor cuaca, keterlambatan material, atau tuntutan percepatan jadwal. Salah satu strategi yang umum dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah penambahan jam kerja atau lembur. Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur, ketentuan perhitunga upah lembur dihitung :

1. Jam lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam pekerja.

2. Jam lembur berikutnya dibayar sebesar 2 kali upah sejam pekerja.
3. Upah lembur dihitung berdasarkan upah bulanan dibagi 173 jam (standar jam kerja bulanan).

Dalam konteks proyek konstruksi, penerapan lembur harus mempertimbangkan dua hal utama:

- Produktivitas Tenaga Kerja
  Penambahan jam kerja tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan produktivitas. Pada jam lembur, umumnya produktivitas tenaga kerja menurun 10%-20% akibat faktor kelelahan (Erviantor, 2005).
- Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
  Pekerjaan lembur meningkatkan risiko kecelakaan kerja, terutama pada proyek konstruksi jalan yang melibatkan alat berat.

Dengan demikian, lembur hanya efektif digunakan sebagai strategi jangka pendek untuk mengejar keterlambatan atau mempercepat penyeelesaian proyek dengan tetap memperhitungkan dampak biaya dan risiko keselamatan. Dalam penelitian ini, lembur dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif percepatan durasi penjadwalan dengan metode PDM.

Alat Berat

Pada proyek konstruksi jalan, alat berat memainkan peran vital karena sebagian besar pekerjaan konstruksi seperti galian, timbunan, pemadatan, hingga pengecoran sangat bergantung pada kinerja alat. Oleh karena itu, produktivitas alat berat menentukan durasi pekerjaan, sedangkan nilai koeifisen alat digunakan untuk menghitung biaya pekerjaan. Menurut Soeharto (1999) kapasitas produksi (Q) dapat dihitung dengan rumus :

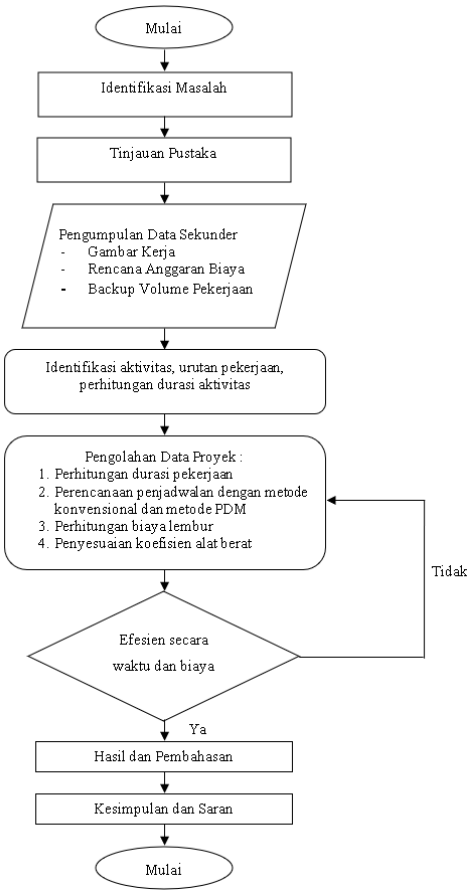
$$Q = \frac{V \times f}{Ts} \times 60$$

dimana :

Q = kapasitas produksi (m^3/jam)
V = kapasitas *bucket/dump* (m^3)
f = faktor efesiensi alat (0,7-0,9)
Ts = waktu siklus (menit), waktu muat, angkut, bongkar, dan kembali.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu dan biaya pada Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. dalam penelitian ini digunakan metode analitis *Precedence Diagram Method* (PDM), serta perangkat lunak *Microsoft Project* dan *Micorsoft Excel* digunakan untuk tabulasi dan analisis data dalam proses penjadwalan dan perencanaan biaya. data yang digunakan diperoleh dari Dinas PUPR setempat. Tahapan penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. PEMBAHASAN

Kalender Proyek

Untuk penyusunan jadwal *existing*, jam kerja efektif per harinya adalah 7 jam mulai pukul 08.00-12.00 WIB lalu istirahat 1 jam dan dilanjutkan pada pukul 13.00-16.00 WIB dengan kalender 6 hari kerja per minggu. Pada perencanaan ini proyek direncanakan mulai pada tanggal 7 Juli 2025. Jalan yang akan di analisi untuk dibuatkna penjadwalan memiliki panjang 2,194 km yang terbagi ke dalam 2 *link*, *link* 1 sepanjang 194 m dan *link* 2 sepanjang 2 km.
Data yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan jadwal ini diperoleh dari dokumen perencanaan berupa Gambar Kerja dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek.

Menghitung Durasi *Existing*

Pada penilitian ini dilakukan perhitungan durasi di setiap item pekerjaan berdasarkan produktivitas alat yang digunakan pada pekerjaan tersebut.

Tabel 1. Perhitungan durasi jadwal rencana

Timbunan Biasa dari Sumber Galian					1228 m³
Sumber daya	Qty	Produktivitas		Durasi/hr	Durasi pekerjaan
Tamper	2	34,58	m²/jam	5,07	5
	2	142,29	m²/jam	1,23	

Dari tabel 1 dapat di analisa sebagai berikut:

Tamper

Produktivitas :34,58 m³/jam
Jumlah :2
Jam kerja :7 jam
Durasi/jam :Volume ÷ Produktivitas
:1228 ÷ 34,58
: 35,51 jam
Durasi/hari : Durasi/jam ÷ Jam kerja
: 35,51 jam ÷ 7 Jam
: 5,07 hari

Water Tank

Produktivitas :142,29 m³/jam
Jumlah :1
Jam kerja :7 jam
Durasi/jam :Volume ÷ Produktivitas
:1228 ÷ 142,29
: 8,63 jam
Durasi/hari : Durasi/jam ÷ Jam kerja
: 8,63 jam ÷ 7 Jam
: 1,23 hari

Berdasarkan analisa di atas, durasi untuk Pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian diambil dari durasi terbesar antara alat *tamper* dan *water tank* yaitu 5,07 yang kemudian dibulatkan menjadi 5 hari.

Jadwal Rencana (*Existing*) dan Jalur Kritis

Setelah menghitung durasi tiap aktivitas, dan menggunakan *Finish-to-Start* (FS) sebagai *predecessors*, data tersebut dimasukan ke perangkat lunak *Microsoft Project* yang secara otomatis menghasilkan durasi keseluruhan untuk penyelesaian pekerjaan pada jadwal rencana dengan total durasi 150 hari kerja dengan nilai proyek sebesar Rp170.702.184.000,00.

Tabel 2. pekerjaan jalur kritis jadwal rencana

No	Pekerjaan	Vol.	Durasi
1	Mobilisasi	1 ls	3
2	Pembuatan Dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi	1 ls	7
3	Pembuatan Prosedur dan Instruksi Kerja	1 ls	7
4	Penyiapan Formulir	1 ls	7
5	Ahli struktur/Ahli Jalan	1 ls	7
6	Penyiapan Badan Jalan	13164 m²	10
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	1228 m³	5
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	665,08 m³	7
9	Lapis Drainase	1316,4 m³	14
10	Perkerasan Beton Semen	3027,72 m³	47
11	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	1316,4 m³	26
12	Marka Jalan Termoplastik	197,46 m²	2
13	Patok Pengarah	100 buah	1

Penjadwalan menggunakan metode PDM

Setelah mendapatkan hasil untuk penjadwalan rencana, selanjutnya melakukan analisa untuk penjadwalan dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), untuk langkah pertama yaitu menghitung durasi pekerjaan, sama seperti penjadwalan rencana namun pada penjadwalan dengan metode PDM jam kerja efektif per hari ditambahkan 1 jam yang mana dihitung sebagai lembur.

Tabel 3. Perhitungan durasi jadwal PDM

Timbunan Biasa dari Sumber Galian					1228 m³
Sumber daya	Qty	Produktivitas		Durasi/hr	Durasi pekerjaan
Tamper	2	34,58	m²/jam	4,44	4,44
	2	142,29	m²/jam	1,08	

Berdasarkan analisa di atas, durasi untuk Pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian diambil dari durasi terbesar antara alat *tamper* dan *water tank* yaitu 4,44 yang kemudian dibulatkan menjadi 5 hari.

Hubungan Antar Aktivitas

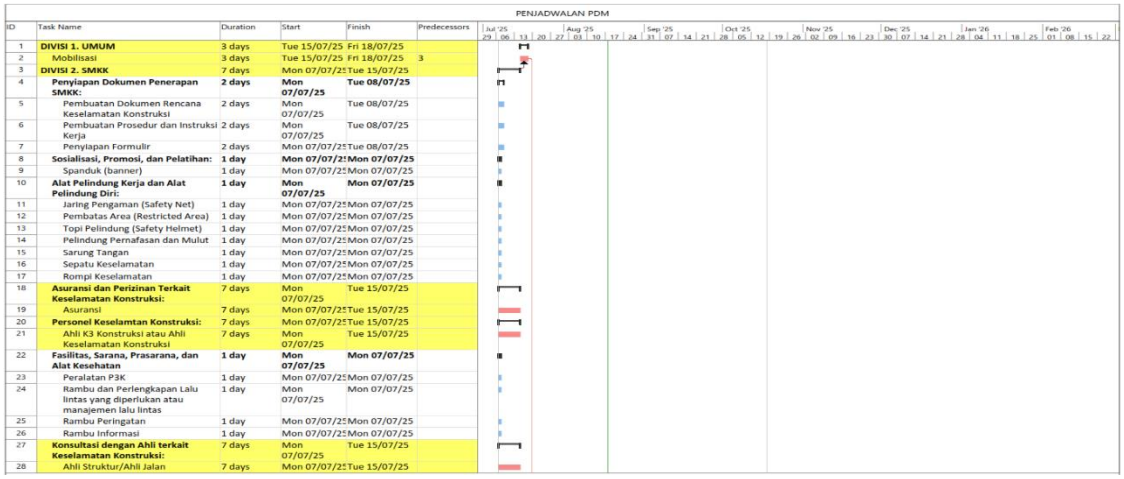
Pada penyusunan jadwal dengan metode PDM, hubungan antar akitvitas yang digunakan lebih fleksibel untuk mendapatkan durasi pekerjaan yang lebih efesien. Berikut contoh *predecessors* yang digunakan untuk jadwal dengan metode PDM.

Tabel 4. *Predecessors* jadwal PDM

Kode	Pekerjaan	*Predecessors*
G	Perkerasan Beton Semen	H-SS+14 hari
H	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	F-FS
I	Pasangan Batu	C-SS+25%
J	Marka Jalan Termoplastik	G-FS+7 hari
K	Patok Pengarah	J-FS

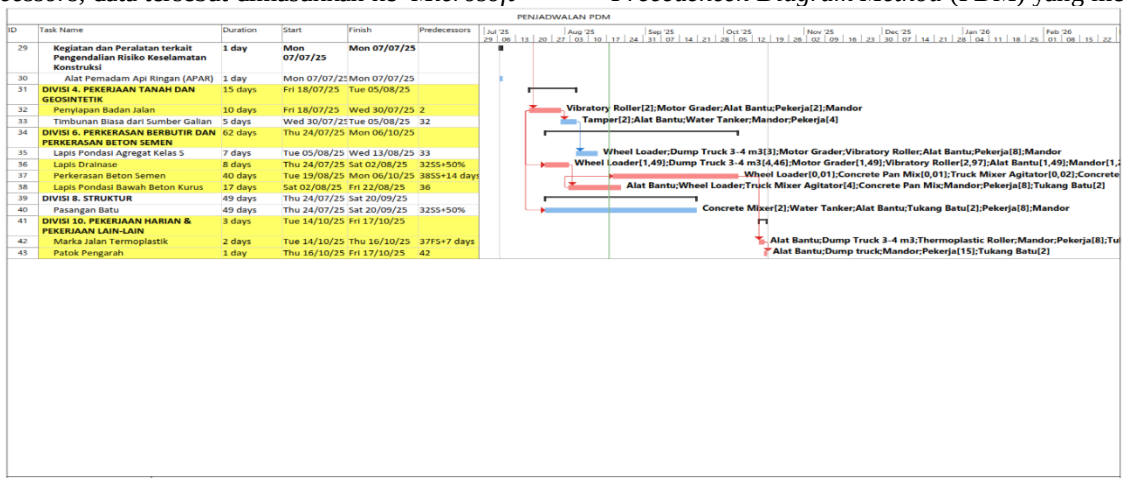
Jadwal PDM dan Jalur kritis

Gambar 4. *Network Diagram* penjadwalan dengan metode PDM



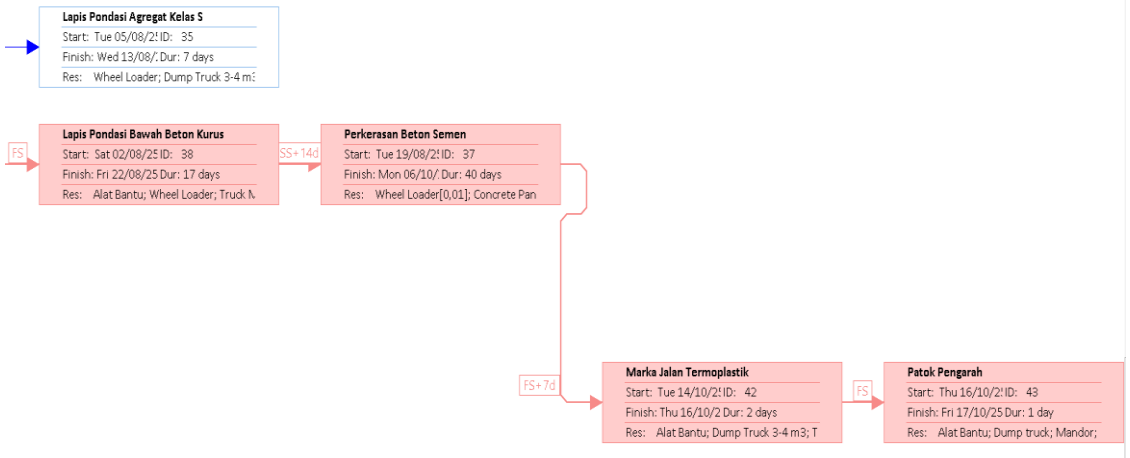
ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	**DIVISI 1. UMUM**	3 days	Tue 15/07/25	Fri 18/07/25	
2	Mobilisasi	3 days	Tue 15/07/25	Fri 18/07/25	3
3	**DIVISI 2. SMKK**	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	
4	**Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK:**	**2 days**	**Mon 07/07/25**	**Tue 08/07/25**	
5	Pembuatan Dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi	2 days	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25	
6	Pembuatan Prosedur dan Instruksi Kerja	2 days	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25	
7	Penyiapan Formulir	2 days	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25	
8	**Sosialisasi, Promosi, dan Pelatihan:**	**1 day**	**Mon 07/07/25**	**Mon 07/07/25**	
9	Spanduk (banner)	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
10	**Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:**	**1 day**	**Mon 07/07/25**	**Mon 07/07/25**	
11	Jaring Pengaman (Safety Net)	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
12	Pembatas Area (Restricted Area)	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
13	Topi Pelindung (Safety Helmet)	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
14	Pelindung Pernafasan dan Mulut	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
15	Sarung Tangan	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
16	Sepatu Keselamatan	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
17	Rompi Keselamatan	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
18	**Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi:**	**7 days**	**Mon 07/07/25**	**Tue 15/07/25**	
19	Asuransi	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	
20	**Personel Keselamtan Konstruksi:**	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	
21	Ahli K3 Konstruksi atau Ahli Keselamatan Konstruksi	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	
22	**Fasilitas, Sarana, Prasarana, dan Alat Kesehatan**	**1 day**	**Mon 07/07/25**	**Mon 07/07/25**	
23	Peralatan P3K	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
24	Rambu dan Perlengkapan Lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
25	Rambu Peringatan	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
26	Rambu Informasi	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
27	**Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi:**	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	
28	Ahli Struktur/Ahli Jalan	7 days	Mon 07/07/25	Tue 15/07/25	

Setelah menghitung durasi pekerjaan dan penetapan *predecessors*, data tersebut dimasukkan ke *Microsoft Project* dan secara otomatis akan menghasilkan *Gantt chart*, yaitu diagram berbentuk batang yang memperlihatkan urutan serta durasi pelaksanaan setiap kegiatan dalam proyek seperti yang di tunjukkan pada gambar 2 dan 3



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
29	**Kegiatan dan Peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi**	**1 day**	**Mon 07/07/25**	**Mon 07/07/25**	
30	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	1 day	Mon 07/07/25	Mon 07/07/25	
31	**DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK**	15 days	Fri 18/07/25	Tue 05/08/25	
32	Penyiapan Badan Jalan	10 days	Fri 18/07/25	Wed 30/07/25	2
33	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	5 days	Wed 30/07/25	Tue 05/08/25	32
34	**DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN**	62 days	Thu 24/07/25	Mon 06/10/25	
35	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	7 days	Tue 05/08/25	Wed 13/08/25	33
36	Lapis Drainase	8 days	Thu 24/07/25	Sat 02/08/25	32SS+50%
37	Perkerasan Beton Semen	40 days	Tue 19/08/25	Mon 06/10/25	38SS+14 days
38	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	17 days	Sat 02/08/25	Fri 22/08/25	36
39	**DIVISI 8. STRUKTUR**	49 days	Thu 24/07/25	Sat 20/09/25	
40	Pasangan Batu	49 days	Thu 24/07/25	Sat 20/09/25	32SS+50%
41	**DIVISI 10. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN**	3 days	Tue 14/10/25	Fri 17/10/25	
42	Marka Jalan Termoplastik	2 days	Tue 14/10/25	Thu 16/10/25	37FS+7 days
43	Patok Pengarah	1 day	Thu 16/10/25	Fri 17/10/25	42

Pada jadwal dengan metode PDM didapatkan total durasi pekerjaan sebesar 88 hari kerja dan dari jadwal tersebut didapatkan 10 pekerjaan yang berada pada jalur kritis seperti pada tabel 5.



berdasarkan hasil penyusunan jadwal dengan metode *Precedencen Diagram Method* (PDM) yang mengacu pada data Gambar Kerja, RAB, dan penjadwalan rencana (*existing*) diketahui pelaksanaan proyek dimulai pada tanggal 7 Juli 2025 dan selesai pada tanggal 17 Oktober 2025.

Tabel 5. Jalur kritis pada jadwal PDM

No	Pekerjaan	Vol.	Durasi
1	Mobilisasi	1 ls	3
2	Asuransi	1 ls	7

3	Ahli K3 Konstruksi/Ahli keselamatan konstruksi	1 ls	7
4	Ahli struktur/Ahli Jalan	1 ls	7
5	Penyiapan Badan Jalan	13164 m²	10
6	Lapis Drainase	1228 m³	7
7	Perkerasan Beton Semen	3027,72 m³	40
8	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	1316,4 m³	17
9	Marka Jalan Termoplastik	197,46 m²	2
10	Patok Pengarah	100 buah	1

Biaya Lembur dan Penyesuaian Alat Berat

Karena terdapat penambahan jam lembur, maka akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan biaya lembur untuk upah pekerja. Diambil contoh perhitungan biaya lembur pada pekerjaan Penyiapan Badan Jalan seperti pada tabel 6.

Merujuk pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur pasal 11-Ketentuan Perhitungan Upah Lembur. Perhitungan upah lembur dihitung dengan rumus

$$Jam\ lembur\ pertama = 1{,}5 \times harga\ upah/jam$$

Untuk jam selanjutnya harga upah/jam dikalikan 2 dan seterusnya.

Tabel 6. Perhitungan biaya lembur

Penyiapan Badan Jalan				
Tenaga	Harga/jam	Qty	Jam	Biaya lembur
Pekerja	Rp19.085,71	2	88	Rp5.210.398,83
Mandor	Rp25.771,43	2	88	Rp3.517.800,20
Total biaya lembur				Rp.8.728.199,03

Biaya lembur keseluruhan dengan penambahan jam kerja sebanyak 88 jam yaitu sebesar Rp236.310.138,24. Penambahan jam lembur dilakukan sebagai strategi untuk mengurasi total durasi pelaksanaan proyek tanpa harus menambah jumlah tenaga kerja secara signifikan.

Penyesuaian Alat Berat

Strategi selanjutnya adalah penyesuaian kapasitas alat berat yang digunakan, pekerjaan Perkerasan Beton Semen yang termasuk dalam jalur kritis merupakan salah satu pekerjaan dengan durasi yang panjang, oleh sebab itu akan dilakukan penyesuaian pada salah satu alat berat yang digunakan yaitu *Truk Mixer Agitator* yang awalnya memiliki kapasitas 5 m³ diganti dengan kapasitas 7 m³. Perubahan terhadap kapasitas ini juga mempengaruhi harga satuan pekerjaan untuk Pekerjaan Perkerasan Beton Semen yang sebelumnya memiliki harga Rp2.933.900,00, harganya menjadi Rp2.972.400,00 setelah dilakukan perubahan pada kapasitas alat berat tersebut.

Total Biaya

Biaya pada penjadwalan dengan metode PDM setelah ada penambahan jam lembur dan penyesuaian terhadap alat berat, terdapat kenaikan sebesar Rp273.140.000,00. Yang mana untuk total biaya pelaksanaan Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan dengan menggunakan metode PDM menjadi Rp17.975.324.000,00.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) pada Penjadwalan Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan menghasilkan durasi yang lebih cepat yaitu sebesar 88 hari dibandingkan menggunakan metode penjadwalan konvensional. Walaupun terjadi kenaikan sebesar 1,54% terhadap biaya langsung proyek, metode ini menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional dari segi waktu. Sebagai saran, metode ini digunakan sejak tahap awal perencanaan, terutama pada proyek dengan kompleksitas tinggi dan memiliki banyak aktivitas yang saling bergantung. Selain itu, disarankan agar studi analisis serupa melibatkan data primer dari pihak pelaksana proyek guna memverifikasi keterterapan jadwal di lapangan serta melakukan evaluasi terhadap variasi urutan aktivitas untuk mengoptimalkan efesiensi waktu dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)

Abadiyah, S., Mu'min, M. A., & Rinaldi, T. I. (2022). EVALUASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PROYEK JALAN TOL KUNCIRAN-SERPONG PT. WASKITA KARYA (persero) Tbk. DENGAN METODE PERT DAN CPM. *Structure (Jurnal Sipil)*, *1*(2), 39. https://doi.org/10.31000/civil.v1i2.6934

Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024a). *Lampiran III Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 Biaya Penerapan SMKK*.

Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024b). *Lampiran V Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 AHSP Bidang Bina Marga*.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. In *Kementrian PUPR*.

Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Ketiga. In *Penerbit Andi*. http://katalog.kemdikbud.go.id/index.php?p=sh

ow_detail&id=91316

Fandriansyah, W., & Nusa, A. B. (2023). Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Proyek Revitalisasi Sma Negeri 2 Plus Panyabungan Dengan Metode Precedence Diagram Method (Pdm). *Jurnal Teknik Sipil*, *2*(2), 220–225. https://doi.org/10.30743/jtsip.v2i2.8819

Harold Kerzner. (2009). Project Management a systems approach to planning, scheduling and controlling. In *Project Manager (Il)* (Issue 3). https://doi.org/10.3280/pm2010-003015

Iman Soeharto. (1999). *MANAJEMEN PROYEK (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. https://doi.org/10.3938/jkps.60.674

Indra, K., Embun, S. A., & Mutiara, D. P. A. (2022). Implementasi Metode Precedence Diagram Method (PDM) Dalam Pengendalian Proyek Konstruks. *Jurnal Rekayasa*, *12*(2), 175–182. https://doi.org/10.37037/jrftsp.v12i2.136

Mahyudin, Ritnawati, Rachim, F., Erdawaty, Mursalim, Pandarangga, A. P., Ulfiyati, Y., Sidiq, R., & Rosytha, A. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Issue 1).

Mubarak, S. (2015). CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING AND CONTROL. In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 3, Issue 1).

Project Management Institute. (2021). The Standard for Project Management and A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide). In *The Standard for Project Management and A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)* (Issue July).

Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi

Risky, A., Ansah, A., Yulianto, T., Nugroho, M. W., Sundari, T., Studi, P., Sipil, T., & Kritis, L. (2024). *EVALUASI PENJADWALAN DENGAN METODE PDM (PRECEDENCE DIAGRAM METHOD) PADA PEMBANGUNAN WARE HOUSE PT SANDANG*. *04*(01), 55–61.

Rizky, M., Tarigan, A. P. M., & Hasibuan, G. C. R. (2024). Analisis Optimasi Penjadwalan dengan Metode Precedence Diagram Method pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Medan. *Jurnal Syntax Admiration*, *5*(1), 126–139. https://doi.org/10.46799/jsa.v5i1.981

Siswanto, A. B., & Afif, S. M. (2019). Manajemen Proyek. In *Perpustakaan Nasional Republik Indonesia* (Vol. 60, Issue 5).