

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

Bagas Prayogo Ashari¹, Munasih², dan Annur Ma'ruf³

¹Prodi Teknik Sipil S-1, ITN Malang, Jl. Sigura-gura no.2, Malang
Email: bagasashari9@gmail.com

²Prodi Teknik Sipil S-1, ITN Malang, Jl. Sigura-gura no.2, Malang
Email: asih_prima@lecturer.itn.ac.id

³Prodi 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 efisiensinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan *existing* membutuhkan 150 hari kerja, sedangkan penjadwalan ulang dengan PDM mampu memperpendek durasi menjadi 88 hari kerja atau lebih efisien 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 efisiensi 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, Efisiensi 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 efisiensi waktu dan biaya. Proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan sepanjang 2,194 meter saat ini masih berada pada tahap perencanaan dan hanya didukung data Gambar Kerja serta Rencana Anggaran Biaya (RAB), tanpa adanya penjadwalan 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 efisiensi keduanya.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan metode PDM dalam proyek konstruksi khususnya proyek jalan, sekaligus

menjadi dasar evaluasi efisiensi 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 efisien.

Kegiatan 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 aktivitas 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 kemudian 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 aktivitas 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 kemudian dianalisis dengan berbagai metode dan teknik untuk menyusun jadwal proyek (Soeharto, 1999).

Hubungan Waktu, biaya, dan Sumber Daya

Dalam manajemen proyek terdapat tiga 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 *Finish-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-Arrow (AOA)*, 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.

Nomor Urut			
ES	Nama Kegiatan	Kurun Waktu (D)	EF
LS	(tanggal)	(tanggal)	LF

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 kegiatan 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, pemanataan 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* minimum.

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 dapat 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 perhitungan 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 penyelesaian 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 koefisien alat digunakan untuk menghitung biaya pekerjaan. Menurut Socharto (1999) kapasitas produksi (Q) dapat dihitung dengan rumus :

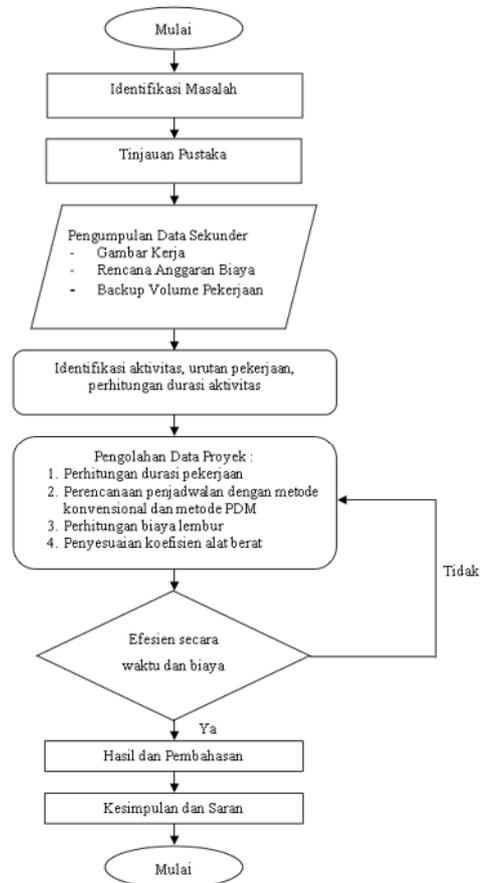
$$Q = \frac{V \times f}{T_s} \times 60$$

dimana :

- Q = kapasitas produksi (m³/jam)
- V = kapasitas *bucket/dump* (m³)
- f = faktor efisiensi alat (0,7-0,9)
- T_s = 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 analisis 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 m ³
Sumber daya	Qty	Produktivitas	Durasi/hr	Durasi pekerjaan
Tamper	2	34,58	m ² /jam	5,07
	2	142,29	m ² /jam	1,23
				5

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
		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 m ²	10
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	1228 m ³	5
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	665,08 m ³	7
9	Lapis Drainase	1316,4 m ³	14
10	Perkerasan Beton Semen	3027,72 m ³	47

11	Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras	1316,4 m ³	26
12	Marka Jalan Termoplastik	197,46 m ²	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 m ³
Sumber daya	Qty	Produktivitas	Durasi/hr	Durasi pekerjaan
Tamper	2	34,58	m ² /jam	4,44
	2	142,29	m ² /jam	1,08
				4,44

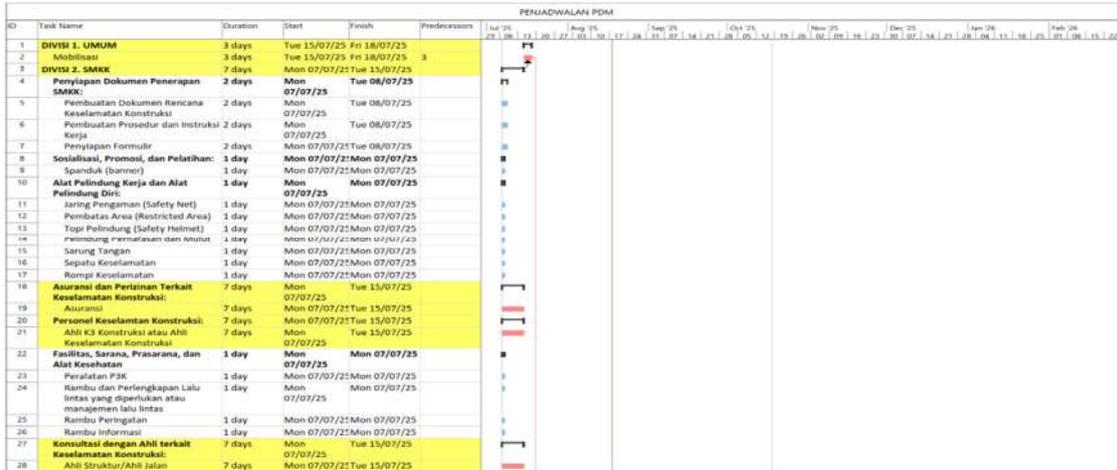
Berdasarkan analisa di atas, durasi untuk Pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian diambil dari durasi terbesar antara alat *tamper* dan *water tank* yaitu 4,44 yang kemudian dibulatkan menjadi 5 hari.

Hubungan Antar Aktivitas

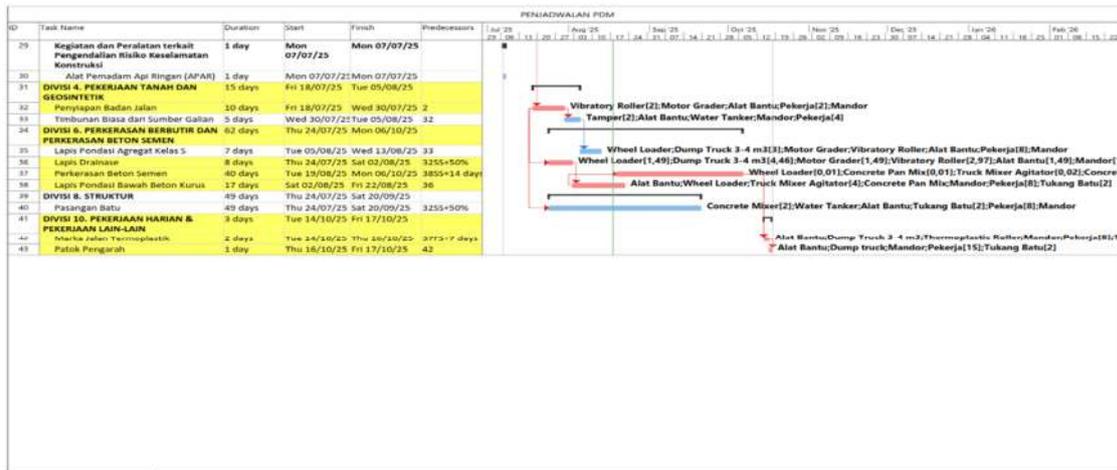
Pada penyusunan jadwal dengan metode PDM, hubungan antar aktivitas yang digunakan lebih fleksibel untuk mendapatkan durasi pekerjaan yang lebih efisien. Berikut contoh *predecessors* yang digunakan untuk jadwal dengan metode PDM.

Tabel 4. *Predecessors* jadwal PDM

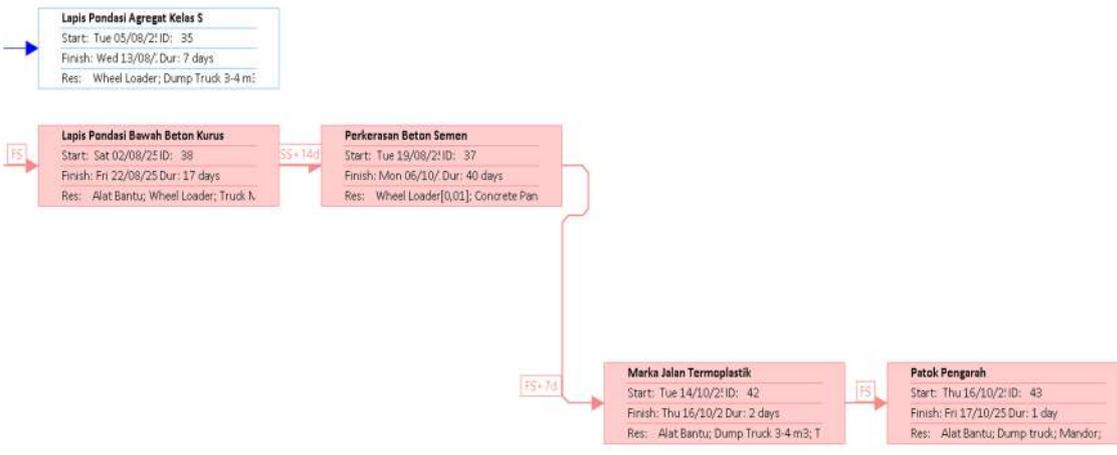
Kode	Pekerjaan	<i>Predecessors</i>
G	Perkerasan Beton Semen	H-SS+14 hari
H	Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras	F-FS
I	Pasangan Batu	C-SS+25%
J	Marka Jalan Termoplastik	G-FS+7 hari
K	Patok Pengarah	J-FS



Gambar 2. Gantt chart jadwal rencana



Gambar 3. Gantt chart jadwal dengan metode PDM



Gambar 4. Network Diagram penjadwalan dengan metode PDM

Jadwal PDM dan Jalur kritis

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

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 *Precedence 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 m ²	10
6	Lapis Drainase	1228 m ³	7
7	Perkerasan Beton Semen	3027,72 m ³	40
8	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	1316,4 m ³	17
9	Marka Jalan Termoplastik	197,46 m ²	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 efisiensi 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 SMK.*
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=show_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 (II)* (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).

JURNAL SONDIR

p-ISSN 1979-2832

e-ISSN 2746-8275

<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir>

vol. No. Tahun, pp.
