

BAB IV

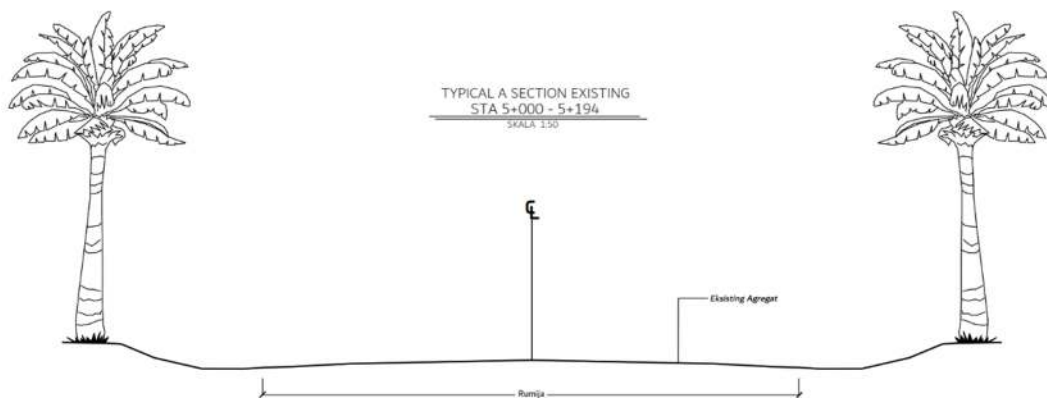
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Informasi Data Proyek

Dalam studi analisis penjadwalan dan biaya menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), dibutuhkan data-data proyek untuk melakukan analisis waktu dan biaya tersebut. Namun, karena data penjadwalan dari proyek belum tersedia, penulis akan membuat penjadwalan awal (*existing*) yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan pembanding dengan penjadwalan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Dalam pengolahan penjadwalan awal, dibutuhkan data-data awal proyek sebagai berikut :

1) Gambar Kerja

Gambar Kerja sangat penting dalam melakukan penjadwalan karena di dalamnya memuat informasi yang berisi informasi detail teknis, dimensi dan urutan pekerjaan. Gambar kerja dapat dilihat pada gambar.

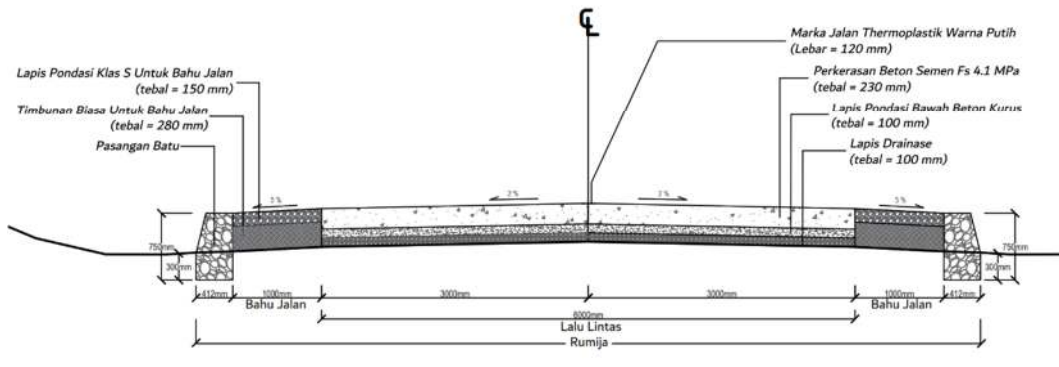


Gambar 4. 1 Gambar typical section existing

(Sumber : Data Proyek)



TYPICAL A SECTION RENCANA
STA 5+000 - 5+194
SKALA 1:50



Gambar 4. 2 Gambar typical section rencana

(Sumber : Data Proyek)

2) *Back Up Volume* Pekerjaan

Data selanjutnya yang dibutuhkan dalam pembuatan penjadwalan adalah *Back Up Volume* Pekerjaan. *Back Up Volume* pekerjaan diperoleh dari Gambar Kerja.

Tabel 4. 1 Back Up Volume Pekerjaan Divisi 4.

Divisi 4. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik						
No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	STA	Panjang (meter)	Lebar (meter)	Lebar Rata-rata (meter)	Volume
4.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan					
	Link 1	5+000		6,00		
			50,00		6,00	300,00
		5+050		6,00		
			50,00		6,00	
		5+100		6,00		

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	STA	Panjang (meter)	Lebar (meter)	Lebar Rata-rata (meter)	Volume
			94,00		6,00	564,00
		5+194		6,00		
4.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan					
	Link 2	6+500		6,00		
			50,00		6,00	300,00
		6+550		6,00		
			50,00		6,00	300,00
		6+600		6,00		
			50,00		6,00	300,00
		6+650		6,00		
			50,00		6,00	300,00

(Sumber : Data Proyek)

Pada *back up* volume pekerjaan penyiapan badan, volume pekerjaan dihitung per STA atau per 50 m. Volume didapatkan dengan mengalikan panjang jalan per STA dikali lebar rata-rata jalan. Untuk *back up* volume selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

3) Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Setelah mendapatkan data volume pekerjaan, data selanjutnya yang diperlukan untuk penyusunan jadwal adalah daftar harga satuan pekerja, material, alat, daftar analisa harga satuan, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dari data ini akan diperoleh daftar harga satuan pekerjaan, produktivitas produksi yang kemudian akan diolah untuk menghitung durasi tiap pekerjaan yang akan dimasukkan ke *Microsoft Project*. Didalam data Rencana Anggaran Biaya, mencakup daftar harga satuan material pada tabel 4.2, daftar harga satuan alat pada

tabel 4.3, daftar harga satuan upah pada tabel 4.4, analisa harga satuan pekerjaan pada tabel 4.5 dan 4.6, Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 2 Daftar harga satuan material

Material	Satuan	Harga Satuan
Pemantul Cahaya	buah	Rp12.600,00
Pasir Urug	m ³	Rp148.500,00
Pipa Galvanis Dia 3"	m'	Rp20.000,00
Pipa Galvanis Dia 1,5"	m'	Rp15.000,00
Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	m ³	Rp305.994,00
Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	m ³	Rp305.977,00
Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	m ³	Rp205.977,00
Joint Sealant	kg	Rp67.150,00
Pipa PVC 1"	m'	Rp8.800,00
Cat anti karat	kg	Rp35.750,00
Expansion Cap	kg	Rp6.050,00
Polytene 125 mikron	m ²	Rp1.400,00
Curing Compound	liter	Rp21.400,00
Additive	kg	Rp38.500,00
Aspal Emulsi CSS-1 atau SS-1	liter	Rp20.792,00
Aspal Emulsi CRS-1 atau RS-1	liter	Rp20.792,00
Aspal Emulsi Modifikasi Polimer 1h	liter	Rp12.300,00
Aspal Emulsi Modifikasi Polimer 2h	liter	Rp12.300,00
Air	liter	Rp350,00
Super Plastiziser, maks 0,3 % Sm	kg	Rp40.000,00
Curing Compound (Pigmen Putih)	liter	Rp38.500,00

Material	Satuan	Harga Satuan
Termoplastik (Sealant tuang panas)	kg	Rp28.985,00
Perancah		Rp45.000,00
Bahan Timbunan	m ³	Rp138.200,00
Agregat S	m ³	Rp415.026,00
Fraksi Pecah Mesin 5-10 & 10-20 & 20-30	m ³	Rp747.400,00
Abu Batu dan Chipping	m ³	Rp694.200,00
Batu Gunung	m ³	Rp260.500,00
Semen	kg	Rp2.000,00
Pasir	m ³	Rp272.500,00
Cat Marka Thermoplastic	kg	Rp104.400,00
Glass Bead	kg	Rp24.182,00
Beton fc' 20 Mpa	m ³	Rp2.205.855,20
Baja Tulangan'	kg	Rp24.764,00
Agregat Kasar	m ³	Rp590.300,00
Kayu Perancah	m ³	Rp4.261.700,00
Triplek 9 mm	lbr	Rp150.300,00
Paku	kg	Rp22.000,00
Baja Tulangan	kg	Rp28.478,00

(Sumber : Data Proyek)

Tabel 4. 3 Daftar harga satuan alat

Alat	Satuan	Harga Satuan
Dump Truck 3-4 m3	jam	Rp291.299,11
Excavator 80-140 0,8 m3	jam	Rp581.545,00

Alat	Satuan	Harga Satuan
Flat Bed Truck 3-4	jam	Rp356.759,00
Motor Grader	jam	Rp572.636,09
Wheel Loader	jam	Rp790.545,25
Vibratory Roller	jam	Rp392.066,81
Concrete Vibrator	jam	Rp66.142,58
Water Tanker	jam	Rp359.746,86
Concrete Pan Mix	jam	Rp582.261,93
Truck Mixer Agitator	jam	Rp632.810,21
Thermoplastic Roller	jam	Rp101.388,00
Blending Equipment	jam	Rp206.888,00
Tamper	jam	Rp69.373,00
Alat Bantu	ls	Rp100,00
Dump Truck	jam	Rp131.217,37

(Sumber : Data Proyek)

Tabel 4. 4 Daftar Harga satuan upah

Tenaga	Satuan	Harga Satuan
Pekerja	jam	Rp19.085,71
Tukang	jam	Rp21.942,86
Mandor	Jam	Rp25.771,43

(Sumber : Data Proyek)

Tabel 4. 5 AHSP Penyiapan Badan Jalan

Penyiapan Badan Jalan				13164,00 m²	
No.	Komponen	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<u>Tenaga</u>				
1	Pekerja	Jam	0,0075	Rp19.085,71	Rp143,14
2	Mandor	jam	0,0037	Rp25.771,43	Rp95,35
			Jumlah Harga Tenaga		Rp238,50
B	<u>Bahan</u>				
			Jumlah Harga Tenaga		Rp0,00
C	<u>Peralatan</u>				
1	Motor Grader	Jam	0,0037	Rp572.636,09	Rp2.118,75
2	Vibratory Roller	jam	0,0100	Rp392.066,81	Rp3,920,67
3	Alat Bantu	ls	1,0000	Rp100,00	Rp100,00
			Jumlah Harga Peralatan		Rp6.139,42
D	Jumlah (A+B+C)				Rp6.377,92
E	Overhead & Profit 15%				Rp956,69
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp7.334,61

(Sumber : Data Proyek)

Pada tabel 4.4 merupakan perhitungan analisa harga satuan pekerjaan Penyiapan Badan Jalan. Dari contoh perhitungan tersebut didapat analisa sebagai berikut :

- Jumlah harga = Koefisien × Harga satuan
 - a. Tenaga
 - Pekerja : $0,0075 \times \text{Rp}19.085,71$
: Rp143,14

- Mandor : $0,00037 \times \text{Rp}25.771,43$
: Rp95,35
- Jumlah Harga Tenaga : Rp238,50
- b. Peralatan
- *Motor Grader* : $0,0037 \times \text{Rp}572.636,09$
: Rp2.118,75
- *Vibratory Roller* : $0,0100 \times \text{Rp}392.066,81$
: Rp3.920,67
- Alat Bantu : $1,0000 \times \text{Rp}100,00$
: Rp100,00
- Jumlah Harga Peralatan : Rp6.139,42
- Jumlah a+b : Rp6.377,92
- *Overhead & Profit 15 %* : Rp956,69
- Harga Satuan Pekerjaan : Rp7.334,61

Sehingga didapatkan untuk pekerjaan Penyiapan Badan Jalan dengan volume 13.164 m² diperlukan biaya sebesar : $\text{Rp}7.334,61 \times 13.164$
: Rp96.552.806,04

Tabel 4. 6 AHSP Timbunan Biasa dari Sumber Galian

Timbunan Biasa dari Sumber Galian				1288,64 m ³	
No.	Komponen	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<u>Tenaga</u>				
1	Pekerja	Jam	1,3333	Rp19.085,71	Rp25.446,98
2	Mandor	jam	0,3333	Rp25.771,43	Rp8.589,62
			Jumlah Harga Tenaga		Rp34.036,59
B	<u>Bahan</u>				
1	BahanTimbunan	m ³	1,2000	Rp138.200,00	Rp165.840,00
			Jumlah Harga Tenaga		Rp165.840,00

C	<u>Peralatan</u>				
1	Tamper	Jam	0,0578	Rp69.373,00	Rp4.009,76
2	Water Tanker	Jam	0,0070	Rp359.746,86	Rp2.518,23
3	Alat Bantu	ls	1,0000	Rp1000,00	Rp1000,00
			Jumlah Harga Peralatan		Rp7.527,99
D	Jumlah (A+B+C)				Rp207.404,58
E	Overhead & Profit 10%				Rp20.740,46
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp228.145,04

(Sumber : Data Proyek)

Pada tabel 4.5 merupakan perhitungan analisa harga satuan pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian. Dari contoh perhitungan tersebut didapat analisa sebagai berikut :

- Jumlah harga = Koefisien × Harga satuan
 - a. Tenaga
 - Pekerja: : $1,3333 \times \text{Rp}19.085,71$
: Rp25.446,98
 - Mandor: : $0,3333 \times \text{Rp}25.771,43$
: Rp8.589,62
 - Jumlah Harga tenaga : Rp34.036,59
 - b. Bahan
 - Bahan Timbunan : $1,2000 \times \text{Rp}138.200,00$
: Rp165.840,00
 - Jumlah Harga Bahan : Rp165.840,00
 - c. Peralatan
 - *Tamper*: : $0,578 \times \text{Rp}69.373,00$
: Rp4.009,76
 - *Water Tanker*: : $0,0070 \times \text{Rp}359.746,86$
: Rp2.518,23
 - Alat Bantu : $1,0000 \times \text{Rp}1000,00$

: Rp1000,00

- Jumlah Harga Peralatan : Rp7.527,99
- Jumlah a+b+c : Rp207.404,58
- *Overhead & Profit 15 %* : Rp20.740,46
- Harga Satuan Pekerjaan : Rp228.145,04

Sehingga didapatkan untuk pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian dengan volume 1228,64 m³ diperlukan biaya sebesar : Rp228.145,04 × 1228,64
: Rp280.309.301,44

Untuk analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4. 7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK					
	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
4.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	m ²	13164,00	Rp7.385,00	Rp97.216.140,00
4.4.(1a)	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	m ³	1228,64	Rp228.179,00	Rp280.349.846,56

(Sumber : Data Proyek)

Pada tabel 4.7 merupakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek. Pada data tersebut diambil contoh Divisi 4. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik. Pada pekerjaan tersebut terdapat pekerjaan Penyiapan Badan Jalan dengan volume 13164,00 m² dan harga satuan Rp 7.385,00 dengan total harga Rp 97.216.140,00. Lalu ada pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian dengan volume 1228,64 m³ dan harga satuan Rp 228.179,00 dengan total harga Rp 280.349.846,56. Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2 Penjadwalan *Existing* Menggunakan *Microsoft Project*

4.2.1 Informasi Data Awal

Pada studi analisis waktu dan biaya tugas akhir ini dilakukan pada proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan di Kecamatan Pasir Belengkong, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Proyek ini berada di bawah kewenangan Dinas Pekerjaan Umum setempat dan bertujuan untuk meningkatkan kualitas infrastruktur jalan guna menunjang kelancaran transportasi dan distribusi logistik di wilayah tersebut. Jalan yang akan di analisis untuk dibuatkan penjadwalan *existing* sepanjang 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 penjadwalan *existing* ini diperoleh dari dokumen perencanaan berupa Gambar Kerja dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek. Berdasarkan data tersebut diperoleh informasi mengenai volume pekerjaan, jenis pekerjaan, analisa harga satuan pekerjaan serta harga satuan pekerjaan.

Adapun informasi awal proyek yang digunakan sebagai dasar penjadwalan *existing* adalah sebagai berikut:

- Nama Proyek : Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan
- Lokai : Kecamatan Pasir Belengkong, Kabupaten Paser,
Provinsi Kalimantan Timur
- Panjang Jalan : 2,194 km
- Jenis Pekerjaan : Pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, pekerjaan
perkerasan beton, dan pelengkap jalan
- Tanggal Mulai pekerjaan : 7 Juli 2025
- Durasi Kerja : Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat
- Waktu Kerja per Hari : 7 jam per hari
- Hari Kerja : 6 Hari/minggu

Informasi awal ini menjadi dasar dalam perhitungan durasi tiap pekerjaan penjadwalan *existing* yang akan dijelaskan lebih lanjut pada subbab berikutnya.

4.2.2 Kalender Proyek

Langkah awal dalam penyusunan jadwal *existing* adalah menetapkan kalender kerja. Pada proyek Peningkatan Jalan Simping Batu-Laburan ini digunakan kalender 6 hari kerja per minggu, dengan jam kerja 7 jam per hari, yaitu pukul 08.00-12.00 WIB lalu istirahat 1 jam dan dilanjutkan pada pukul 13.00-16.00 WIB. Kalender ini disesuaikan dengan asumsi pelaksanaan proyek secara terus menerus untuk mencerminkan durasi aktual lebih realistis. Hari libur hanya terdapat pada tanggal 9 September 2025 yang merupakan tanggal merah Nasional.

4.2.3 Menghitung Durasi *Existing*

Setelah informasi data proyek dimasukkan kedalam *Microsoft Project*, langkah selanjutnya adalah menghitung estimasi durasi pada tiap pekerjaan menggunakan *Microsoft Excel*. untuk perhitungan tenaga, karena dalam data proyek sudah terdapat informasi jumlah tenaga kerja yang digunakan, penulis hanya menghitung durasi tiap pekerjaan berdasarkan koefisien pekerja dan alat yang dihitung dalam uraian analisa.

Tabel 4. 8 Perhitungan durasi pekerjaan pada penjadwalan existing

Timbunan Biasa dari Sumber Galian						1228 m ³	
Sumber Daya			Juml.	Produktivitas		Durasi/hari	Durasi Pekerjaan
Alat	:	Tamper	2	34,58	m ³ /jam	5,07	5
	:	Water tank	1	142,29	m ³ /jam	1,23	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dalam perhitungan durasi pekerjaan seperti pada tabel 4.8, diambil contoh pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian dengan volume 1228 m³ didapatkan untuk durasi pekerjaan tersebut sebesar 5 hari. Dari pekerjaan tersebut di dapat analisa sebagai berikut :

➤ *Tamper*

- Produktivitas : 34,58 m³/jam
- Jumlah : 2

- Jam kerja : 7 jam
- Durasi/jam : $\text{Volume} \div \text{Produktivitas}$
 $: 1228 \div 34,58$
 $: 35,51 \text{ jam}$
- Durasi/hari : $\text{Durasi/jam} \div \text{Jam kerja}$
 $: 35,51 \text{ jam} \div 7 \text{ Jam}$
 $: 5,07 \text{ hari}$

➤ *Water Tank*

- Produktivitas : 142,29 m³/jam
- Jumlah : 1
- Jam kerja : 7 jam
- Durasi/jam : $\text{Volume} \div \text{Produktivitas}$
 $: 1228 \div 142,29$
 $: 8,63 \text{ jam}$
- Durasi/hari : $\text{Durasi/jam} \div \text{Jam kerja}$
 $: 8,63 \text{ jam} \div 7 \text{ Jam}$
 $: 1,23 \text{ hari}$

Dari perhitungan durasi dari pekerjaan Timbunan Tanah dari Sumber Galian diambil dari durasi terbesar antara alat *Tamper* dan *Water tank* yaitu 5 hari. Untuk perhitungan durasi pekerjaan pada studi ini hanya menggunakan hasil perhitungan durasi dari alat, karena produktivitas dari tenaga kerja dipengaruhi oleh produktivitas alat. Untuk perhitungan durasi pekerjaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Task Name ▼	Duration ▼	Start ▼	Finish ▼
Timbunan Biasa dari Sumber Galian	5 days	Sat 02/08/25	Fri 08/08/25

Gambar 4. 3 Durasi pekerjaan Timbunan Tanah dari Sumber Galian

(Sumber : Hasil Analisa)

4.2.4 Penyusunan Jadwal Rencana

Setelah data aktivitas dan durasi pekerjaan diperoleh dari hasil perhitungan, tahap selanjutnya adalah mengolah data tersebut dengan perangkat lunak penjadwalan yang digunakan pada studi analisis ini. Hasil pengolahan data berupa *Gantt Chart*, yaitu diagram batang yang menggambarkan urutan dan durasi setiap pekerjaan.

Task Name	Duration	Start	Finish
➤ DIVISI 1. UMUM	3 days	Wed 16/07/25	Sat 19/07/25
Mobilisasi	3 days	Wed 16/07/25	Sat 19/07/25
➤ DIVISI 2. SMK	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
➤ Penyiapan Dokumen Penerapan SMK:	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
Pembuatan Dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
Pembuatan Prosedur dan Instruksi Kerja	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
Penyiapan Formulir	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
➤ Sosialisasi, Promosi, dan Pelatihan:	3 days	Mon 07/07/25	Thu 10/07/25
Spanduk (banner)	3 days	Mon 07/07/25	Thu 10/07/25
➤ Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Jaring Pengaman (Safety Net)	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Pembatas Area (Restricted Area)	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Topi Pelindung (Safety Helmet)	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Pelindung Pernafasan dan Mulut	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Sarung Tangan	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Sepatu Keselamatan	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Rompi Keselamatan	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
➤ Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi:	3 days	Mon 07/07/25	Thu 10/07/25
Asuransi	3 days	Mon 07/07/25	Thu 10/07/25
➤ Personel Keselamatan Konstruksi:	4 days	Mon 07/07/25	Fri 11/07/25
Ahli K3 Konstruksi atau Ahli Keselamatan Konstruksi	4 days	Mon 07/07/25	Fri 11/07/25
➤ Fasilitas, Sarana, Prasarana, dan Alat Kesehatan	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Peralatan P3K	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25

Task Name ▼	Duration ▼	Start ▼	Finish ▼
➤ Rambu dan Perlengkapan Lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Rambu Peringatan	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
Rambu Informasi	1 day	Mon 07/07/25	Tue 08/07/25
➤ Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi:	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
Ahli Struktur/Ahli Jalan	7 days	Mon 07/07/25	Wed 16/07/25
➤ Kegiatan dan Peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	2 days	Mon 07/07/25	Wed 09/07/25
Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	2 days	Mon 07/07/25	Wed 09/07/25
➤ DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	15 days	Sat 19/07/25	Fri 08/08/25
Penyiapan Badan Jalan	10 days	Sat 19/07/25	Sat 02/08/25
Timbunan Biasa dari Sumber Galian	5 days	Sat 02/08/25	Fri 08/08/25
➤ DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	94 days	Fri 08/08/25	Mon 15/12/25
Lapis Pondasi Agregat Kelas S	7 days	Fri 08/08/25	Mon 18/08/25
Lapis Drainase	14 days	Tue 19/08/25	Mon 08/09/25
Perkerasan Beton Semen	47 days	Mon 13/10/25	Mon 15/12/25
Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	26 days	Mon 08/09/25	Mon 13/10/25
➤ DIVISI 8. STRUKTUR	56 days	Sat 26/07/25	Sat 11/10/25
Pasangan Batu	56 days	Sat 26/07/25	Sat 11/10/25
➤ DIVISI 10. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	3 days	Wed 24/12/25	Mon 29/12/25
Marka Jalan Termoplastik	2 days	Wed 24/12/25	Fri 26/12/25
Patok Pengarah	1 day	Sat 27/12/25	Mon 29/12/25

Gambar 4. 4 Daftar aktivitas pada *Ms Project*

(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan hasil penyusunan penjadwalan *existing* (rencana) yang mengacu pada data Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Gambar Kerja diketahui bahwa pelaksanaan proyek direncanakan dimulai pada tanggal 7 Juli 2025 dan selesai pada tanggal 29 Desember 2025. *Gantt chart* penjadwalan *existing* (rencana) selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Dengan demikian, total durasi waktu pelaksanaan berdasarkan jadwal *existing* adalah selama 150 hari kerja. Durasi ini mencakup keseluruhan kegiatan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan akhir, sebagaimana tercantum dalam urutan aktivitas pada jadwal proyek.

Penjadwalan ini disusun dengan hubungan logis antar aktivitas dan efektivitas penggunaan alat. Yang nantinya akan dijadikan bahan evaluasi dan dibandingkan untuk melihat potensi efisiensi waktu dan biaya proyek menggunakan metode yang lebih sistematis.

4.2.5 Penentuan Jalur Kritis

Dari penjadwalan *existing* dengan durasi sebesar 150 hari, didapatkan beberapa pekerjaan yang berada di jalur kritis dengan diketahuinya *network diagram* akan ditunjukkan dengan kotak dan garis berwarna merah.

Tabel 4. 9 Pekerjaan pada jalur kritis

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	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	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 Kurus	1316,4	m ³	26
12	Marka Jalan Termoplastik	197,46	m ²	2
13	Patok Pengarah	100	buah	1

(Sumber : Hasil Analisa)

4.2.6 Biaya Proyek

Pada penjadwalan *existing*, karena penulis menyusun jadwal dengan metode konvensional jadi tidak terdapat perubahan pada biaya langsung proyek. Biaya langsung proyek seperti data awal dengan nominal Rp17.702.184.000,00. Dengan *breakdown* seperti dibawah :

Tabel 4. 10 Daftar harga dan kuantitas jadwal existing

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
	DIVISI 1. UMUM				
1.2	Mobilisasi				
1.2	Mobilisasi	Ls	1,00	Rp20.000.000,00	Rp20.000.000,00
					Rp20.000.000,00
	DIVISI 2. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)				
2.1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK :				
2.1.(1)	Pembuatan Dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi				
2.1.(2)	Pembuatan Prosedur dan Instruksi Kerja	Set	1,00	Rp500.000,00	Rp500.000,00
2.1.(3)	Penyiapan Formulir				
2.2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan :				
2.2.(8)	Spanduk (Banner)	Lb	1,00	Rp200.000,00	Rp200.000,00
2.3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri :				
2.3.(1)	Jaring Pengaman (Safety Net)	m'			
	Pembatas Area (Restricted Area)	Roll	4,00	Rp200.000,00	Rp800.000,00
2.3.(2)	Topi Pelindung (Safety Helmet)	Bh	10,00	Rp50.000,00	Rp500.000,00
	Pelindung Pernafasan dan Mulut	Ktk	3,00	Rp50.000,00	Rp150.000,00
	Sarung Tangan	Psg	10,00	Rp20.000,00	Rp200.000,00
	Sepatu Keselamatan	Psg	10,00	Rp300.000,00	Rp3.000.000,00
	Rompi Keselamatan	Bh	10,00	Rp50.000,00	Rp500.000,00
2.4	Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi :				
2.4.(1)	Asuransi	Ls	1,00	Rp17.706.184,00	Rp17.706.184,00
2.5	Personel Keselamatan Konstruksi :				
2.5.(1)	Ahli K3 Konstruksi atau Ahli keselamatan Konstruksi	Org	1,00	Rp3.000.000,00	Rp3.000.000,00
2.6	Fasilitas Sarana, Prasarana, dan Alat Kesehatan				
2.6.(1)	Peralatan P3K	Set	1,00	Rp225.000,00	Rp225.000,00
2.7	Rambu dan Perlengkapan Lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas				
2.7.(3)	Rambu Peringatan	Bh	2,00	Rp250.000,00	Rp500.000,00
2.7.(5)	Rambu Informasi	Bh	1,00	Rp500.000,00	Rp500.000,00
2.8	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi :				
2.8.(4)	Ahli Struktur/Ahli Jalan	OK	1,00	Rp3.000.000,00	Rp3.000.000,00
2.9	Kegiatan dan Peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi				

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
2.9.(1)	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	Bh	1,00	Rp300.000,00	Rp300.000,00
					Rp31.081.184,00
	DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK				
4.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	m2	13164,00	Rp7.385,00	Rp97.216.140,00
4.4.(1a)	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	m3	1228,64	Rp228.179,00	Rp280.349.846,56
					Rp377.565.986,56
	DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN				
6.1.(3a)	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	m3	665,08	Rp709.481,00	Rp471.861.623,48
6.1.(4)	Lapis Drainase	m3	1316,40	Rp1.178.699,00	Rp1.551.639.363,60
6.3.(1a)	Perkerasan Beton Semen	m3	3027,72	Rp2.933.854,00	Rp8.882.888.432,88
6.3.(3)	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	m3	1316,40	Rp2.092.191,00	Rp2.754.160.232,40
					Rp13.660.549.652,36
	DIVISI 8. STRUKTUR				
8.9.(1)	Pasangan Batu	m3	1246,19	Rp1.433.235,00	Rp1.786.085.991,12
					Rp1.786.085.991,12
	DIVISI 10. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN				
10.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m2	197,46	Rp278.369,00	Rp54.966.742,74
10.2.(5)	Patok Pengarah	Buah	100,00	Rp176.641,00	Rp17.664.100,00
					Rp72.630.842,74
a	Total				Rp 15.947.913.656,78
b	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % × (a)				Rp 1.754.270.502,25
c	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (a) + (b)				Rp 17.702.184.159,03
d	Dibulatkan				Rp 17.702.184.000,00

(Sumber : Data Proyek)

Untuk daftar harga dan kuantitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

4.3 Penjadwalan Menggunakan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM)

Pada penyusunan jadwal dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) informasi dasar seperti data proyek, ruang lingkup pekerjaan serta kalender kerja tetap mengacu pada data yang digunakan dalam penyusunan jadwal *existing*, yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB), Gambar Kerja. Namun, penjadwalan dengan metode *precedence diagram method* menggunakan 7 jam per hari dengan tambahan 1 jam kerja yang dihitung sebagai lembur. Dengan demikian, terdapat penyesuaian dalam aspek perhitungan durasi aktivitas, analisa harga satuan pekerjaan dan hubungan antar kegiatan (*Predecessors*) guna memperoleh penjadwalan yang lebih efisien dari sisi waktu dan biaya.

Selain tetap mengacu pada data awal proyek, penyusunan jadwal dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dalam studi ini juga mempertimbangkan jadwal *existing* yang telah dibuat sebelumnya sebagai pembandingan. Jadwal *existing* menjadi acuan untuk mengevaluasi sejauh mana

efisiensi waktu dan biaya dapat ditingkatkan melalui pendekatan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Dengan demikian, hasil dari penyusunan jadwal PDM tidak hanya berfungsi sebagai alternatif, tetapi juga sebagai alat evaluasi untuk melihat potensi perbaikan dalam perencanaan proyek, khususnya dari segi efisiensi durasi pelaksanaan dan penghematan biaya operasional.

4.3.1 Menghitung Durasi PDM

Untuk menghitung durasi penjadwalan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) perlu dilakukan penyesuaian pada jumlah alat yang digunakan untuk mendapatkan durasi pekerjaan yang efisien.

Tabel 4. 11 Perhitungan durasi pekerjaan pada penjadwalan PDM

Timbunan Biasa dari Sumber Galian						1228 m ³	
Sumber Daya			Juml.	Produktivitas		Durasi/hari	Durasi Pekerjaan
Alat	:	Tamper	2	34,58	m ³ /jam	4,44	4,44
	:	Water tank	1	142,29	m ³ /jam	1,08	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dalam perhitungan durasi pekerjaan seperti pada tabel 4.10, diambil contoh pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian dengan volume 1228 m³ didapat analisa sebagai berikut :

➤ *Tamper*

- Produktivitas : 34,58 m³/jam
- Jumlah : 2
- Jam kerja : 8 jam
- Durasi/jam : Volume ÷ Produktivitas
: 1228 ÷ 34,58
: 35,51 jam
- Durasi/hari : Durasi/jam ÷ Jam kerja
: 35,51 jam ÷ 8 Jam
: 4,44 hari.

➤ *Water Tank*

- Produktivitas : 142,29 m³/jam
- Jumlah : 1
- Jam kerja : 8 jam
- Durasi/jam : $\text{Volume} \div \text{Produktivitas}$
: $1228 \div 142,29$
: 8,63 jam
- Durasi/hari : $\text{Durasi/jam} \div \text{Jam kerja}$
: $8,63 \text{ jam} \div 8 \text{ Jam}$
: 1,08 hari

Dari perhitungan durasi dari pekerjaan Timbunan Tanah dari Sumber Galian diambil dari durasi terbesar antara alat *Tamper* dan *Water tank* yaitu 4,44 hari yang kemudian dibulatkan menjadi 5 hari. Tabel perhitungan durasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Task Name	Duration	Start	Finish
Timbunan Biasa dari Sumber Galian	5 days	Wed 30/07/25	Tue 05/08/25

Gambar 4. 5 Durasi pekerjaan Timbunan Tanah dari Sumber Galian

(Sumber : Hasil Analisa)

4.3.2 Penentuan Hubungan Antar Aktivitas

Pada penyusunan jadwal PDM pada proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan, hubungan antar aktivitas dapat lebih fleksibel karena tidak hanya terbatas pada hubungan *Finish to Start* (FS), tetapi juga dapat memanfaatkan hubungan *Start to Finish* (SF), *Finish to Finish* (FF), atau *Start to Finish* (SF), serta pengaturan *lag* maupun *lead time*. Penyesuaian ini memungkinkan pelaksanaan beberapa pekerjaan secara paralel atau tumpang tindih, sehingga mempercepat penyelesaian proyek tanpa mengorbankan kualitas dan ketepatan biaya.

Tabel 4. 12 Daftar hubungan antar aktivitas jadwal PDM

Kode	Uraian	Predecessors
	DIVISI 1. UMUM	
A	Mobilisasi	B-FS
	DIVISI 2. SMKK	
B	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK:	
	Sosialisasi, Promosi, dan Pelatihan:	
	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	
	Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi:	
	Personel Keselamatan Konstruksi:	
	Fasilitas, Sarana, Prasarana, dan Alat Kesehatan	
	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi:	
	Kegiatan dan Peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	
	DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	
C	Penyiapan Badan Jalan	A-FS
D	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	C-FS
	DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	
E	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	D-FS
F	Lapis Drainase	E-SS+50%
G	Perkerasan Beton Semen	H-SS+14 hari
H	Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	F-FS
	DIVISI 8. STRUKTUR	
I	Pasangan Batu	C-SS+25%
	DIVISI 10. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	

Kode	Uraian	Predecessors
J	Marka Jalan Termoplastik	G-FS+7 hari
K	Patok Pengarah	J-FS

(Sumber : Hasil Analisa)

Pada tabel 4.11 merupakan daftar hubungan antar aktivitas (*Predecessors*) untuk penjadwalan PDM. Pada divisi 1 *predecessors* tidak diisi karena pekerjaan mobilisasi merupakan pekerjaan awal pada proyek ini. Untuk semua *predecessors* pada Divisi 2 menggunakan jenis *Start to Start* yang mana pekerjaan pada Divisi 2 bisa dimulai pada waktu yang sama dengan pekerjaan di Divisi 1. Pada Divisi 4. Pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian menggunakan jenis hubungan *Start to Start* dengan pekerjaan Penyiapan Badan Jalan, yaitu ketika pekerjaan Penyiapan Badan Jalan sudah berjalan 25% pekerjaan Timbunan Biasa dari Sumber Galian bisa dimulai. Perlakuan yang sama juga terjadi pada pekerjaan Pasangan Batu, yaitu ketika pekerjaan Penyiapan Badan Jalan sudah berjalan 25% pekerjaan Pasangan Baru bisa dimulai.

4.3.3 Penyusunan Jadwal Dengan Metode PDM

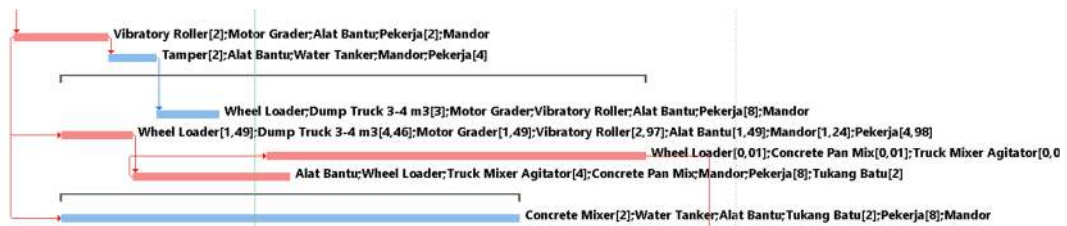
Setelah menghitung durasi aktivitas dan menganalisa hubungan keterkaitan antar kegiatan, data tersebut dimasukkan kedalam *Microsoft Project* dan secara otomatis akan membentuk *gantt chart* atau diagram batang yang menggambarkan urutan dan durasi setiap pekerjaan.

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor:
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	

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor
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 Keselamatan 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	
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 5	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

Gambar 4. 6 Daftar aktivitas pada *Ms Project*

(Sumber : Hasil Analisa)



Gambar 4. 7 Gantt chart penjadwalan dengan metode PDM

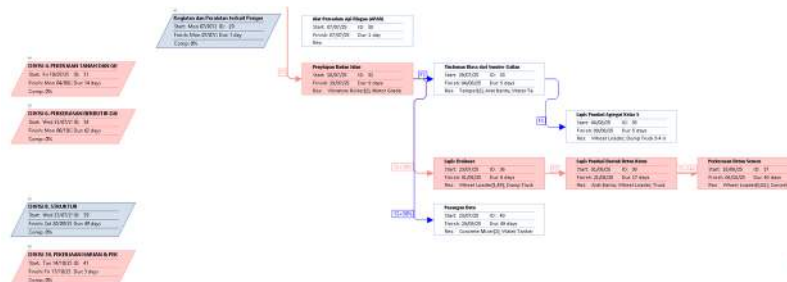
(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan hasil penyusunan penjadwalan dengan metode *precedence diagram method* yang mengacu pada data Gambar Kerja Proyek, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Peningkatan Jalan Simpang Batu-Laburan, dan penjadwalan *existing* sebelumnya diketahui bahwa pelaksanaan proyek direncanakan dimulai pada tanggal 7 Juli 2025 dan selesai pada tanggal 17 Oktober 2025. Untuk *gant chart* penjadwalan dengan menggunakan metode *precedence diagram method* (PDM) dapat dilihat pada lampiran 8.

Dengan demikian, total durasi waktu pelaksanaan berdasarkan jadwal tersebut adalah selama 88 hari kerja. Durasi ini mencakup keseluruhan kegiatan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan akhir, sebagaimana tercantum dalam urutan aktivitas pada jadwal proyek.

4.3.4 Penentuan Jalur Kritis *Precedence Diagram Method*

Setelah menyusun penjadwalan dengan durasi total sebesar 88 hari kerja, didapatkan beberapa item pekerjaan yang berada pada jalur kritis yang pada bagian *network diagram* ditunjukkan dengan kotak dan garis berwarna merah. Selengkapnya terdapat pada lampiran 8.



Gambar 4. 8 Jaringan kerja *Precedence Diagram Method* (PDM)

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 4. 13 Pekerjaan pada jalur kritis

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi
1	Mobilisasi	1	ls	3
2	Asuransi	1	ls	7
3	Ahli K3 atau 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	1316,4	m ³	8
7	Perkerasan Beton Semen	3027,72	m ³	40
8	Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	1316,4	m ³	17
9	Marka Jalan Termoplastik	197,46	m ²	2
10	Patok Pengarah	100	buah	1

(Sumber : Daftar pekerjaan pada jalur kritis)

4.3.5 Perhitungan Biaya Lembur dan Penyesuaian Koefisien

Setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) didapatkan durasi total pekerjaan berkurang sebanyak 62 hari. Maka dari itu, akan dilakukan perhitungan ulang untuk biaya. penulis hanya akan melakukan perhitungan ulang untuk tenaga dan sewa alat, bahan tidak dihitung karena volume pekerjaan tidak berubah.

Pada subbab 4.3 disebutkan bahwa jam kerja efektif pada penjadwalan dengan metode *Precedence Diagram Method* ini adalah 7 jam kerja ditambah 1 jam kerja yang dihitung sebagai lembur. Maka dari itu, perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap upah tenaga. 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 :

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

Dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Upah 1 jam lembur} &= 1,5 \times \text{harga upah pekerja} \\ &= 1,5 \times \text{Rp}19.085,71 \\ &= \text{Rp}28.628,56\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Upah lembur} &= \text{Upah 1 jam lembur} \times \text{Total jam lembur} \\ &= \text{Rp}28.628,56 \times 88 \text{ jam} \\ &= \text{Rp}2.490.684,72\end{aligned}$$

Dengan contoh di atas, didapatkan harga untuk upah 1 jam lembur untuk pekerja sebesar Rp 2.490.684,72. Yang selanjutnya akan ditampilkan pada tabel 4.13 untuk penambahan upah lembur untuk tenaga.

Tabel 4. 14 Perhitungan biaya lembur tenaga

Penyiapan badan jalan				
Tenaga	Harga Upah/jam	Jumlah tenaga	Jam lembur	Total biaya lembur
Pekerja	Rp19.085,71	2	88	Rp5.210.398,83
Mandor	Rp25.771,43	1	88	Rp3.517.800,20
Total biaya lembur Penyiapan badan jalan				Rp8.728.199,03

(Sumber : Hasil Analisa)

Setelah melakukan perhitungan biaya lembur untuk tenaga, didapatkan total upah lembur untuk tenaga dengan waktu lembur total sebanyak 88 jam sebesar Rp236.310.138,24.

Penambahan lembur dilakukan sebagai strategi untuk mengurangi total durasi pelaksanaan proyek tanpa harus menambah jumlah tenaga kerja secara signifikan. Dengan demikian, meskipun terdapat tambahan biaya dari sisi upah lembur, strategi ini tetap memberikan keuntungan dalam bentuk percepatan waktu proyek yang secara keseluruhan dapat mengurangi biaya tidak langsung proyek.

Setelah melakukan perhitungan biaya upah lembur untuk tenaga, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk nilai koefisien dari alat berat yang digunakan. Pada penjadwalan *existing*, pekerjaan perkerasan beton dan pekerjaan lapis pondasi bawah beton semen memiliki durasi yang sangat panjang, hal itu disebabkan salah satunya karena kapasitas alat berat *Truck Mixer Agitator* yang hanya sebesar 5 m³. Dengan mengganti alat berat dengan kapasitas 7 m³, durasi dari 2 pekerjaan tersebut bisa direduksi. Pada jadwal *existing*, alat *truck mixer agitator* memiliki nilai koefisien 0,5540. Berikutnya akan dihitung ulang dengan kapasitas 7 m³ dengan perhitungan sebagai berikut:

Truck Mixer Agitator 7 m³

Jarak *base camp* > lokasi : 24 km (L)

Faktor efisiensi alat : 0,83

Kapasitas produksi *Conc. mixer* : 15,30 m³ (Q1)

Kapasitas *Truck Mixer* : 7 m³ (V)

Kecepatan rata-rata isi : 24 km/jam (v1)

Kecepatan rata-rata kosong : 27 km/jam (v2)

Waktu Siklus

- Mengisi $(V \div Q1) \times 60$: $(7 \div 15,30) \times 60$
: 27,45 menit (T1)

- Mengangkut $(L \div v1) \times 60$: $(24 \div 24) \times 60$
: 60 menit (T2)

- Kembali $(L \div v2) \times 60$: $(24 \div 27) \times 60$
: 53,33 menit (T3)

- Menumpahkan : 5 menit (T4)

- Waktu Siklus (T1+T2+T3+T4) : 145,78 menit (Ts1)

Kapasitas Produksi *Truck Mixer* : $\frac{V \times Fa \times 60}{Ts1}$
: 2,3912 m³ (Q2)

Koefisien alat/ m³ : $1 \div Q2$
: $1 \div 2,3912$
: 0,4182

Dari perhitungan diatas didapatkan untuk nilai koefisien alat berat *truck mixer agitator* dengan kapasitas 7 m³ sebesar 0,4182 jam. Yang selanjutnya nilai tersebut dimasukan kedalam tabel analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) :

Tabel 4. 15 Analisa harga satuan pekerjaan penjadwalan PDM

Perkerasan Beton Semen				3027,72 m ³	
No	Komponen	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<u>Tenaga</u>				
1	Pekerja	jam	0,7843	Rp19.085,71	Rp14.969,18
2	Tukang	jam	0,1307	Rp21.942,86	Rp2.868,35
3	Mandor	jam	0,0654	Rp25.771,43	Rp1.684,41
			Jumlah Harga Tenaga		Rp19.521,94
B	<u>Bahan</u>				
1	Semen	kg	429,51	Rp2.000,00	Rp859.020,00
2	Pasir	m ³	0,5500	Rp272.500,00	Rp149.885,00
3	Agregat Kasar	m ³	0,6773	Rp590.300,00	Rp399.810,19
4	Air	liter	161,0714	Rp350,00	Rp56.374,99
5	Baja Tulangan	kg	18,500	² Rp24.764,00	Rp458.134,00
6	Joint Sealant	kg	0,9900	Rp67.150,00	Rp66.478,50
7	Pipa PVC 1"	m'	1,8500	Rp8.800,00	Rp16.280,00
8	Polytene 125	m	5,000	Rp1.400,00	Rp7.000,00
9	Curing Compound	liter	0,8800	Rp21.400,00	Rp18.618,00
10	Kayu perancah	kg	0,0114	Rp4.261.700,00	Rp48.583,38
11	Triplek 9 mm	lembar	0,1520	Rp150.300,00	Rp22.845,60
12	Paku	kg	0,2000	Rp22.000,00	Rp4.400,00

No	Komponen	Satuan	Koef		Harga Satuan (Rp)
			Jumlah Harga Bahan		Rp2.107.419,66
C	<u>Peralatan</u>				
1	Wheel Loader	jam	0,0236	Rp790.545,25	Rp18.675,77
2	Concrete Mixing Plant	jam	0,0654	Rp582.261,93	Rp38.056,34
3	Truk Mixer Agitator	jam	0,4182	Rp920.500,00	Rp384.953,16
4	Concrete Vibrator	jam	0,0654	Rp66.142,58	Rp4.325,72
5	Water Tanker	jam	0,0323	Rp359.746,86	Rp11.619,82
6	Alat Bantu	ls	1,0000	Rp100,00	Rp100,00
			Jumlah Harga Peralatan		Rp457.730,81
D	Jumlah (A+B+C)				Rp2.584.672,41
E	Overhead & Profit 10%				Rp388.700,86
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp2.972.400,00

(Sumber : Hasil Analisa)

Sebelum dilakukan penyesuaian terhadap alat berat, harga satuan pekerjaan Perkerasan Beton Semen memiliki nilai sebesar Rp2.933.900,00 dengan harga sewa *truck mixer agitator* sebesar Rp632.810,21. Setelah dihitung ulang nilai koefisien harga satuan pekerjaan untuk Perkerasan Beton Semen sebesar Rp2.972.400,00, dengan harga sewa *truck mixer agitator* sebesar Rp920.500,00. Harga sewa alat tersebut mengacu pada Keputusan Bupati Paser Nomor 100.3.3.2/KEP-1277/2023 TENTANG PERUBAHAN ATAS KEPUTUSAN BUPATI PASER NOMOR 027/KEP-623/2023 TENTANG STANDAR HARGA SATUAN PEMERINTAH KABUPATEN PASER. Penyesuaian terhadap nilai koefisien alat *truck mixer agitator* tersebut juga berlaku untuk pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Semen karena pekerjaan tersebut menggunakan alat yang sama. Untuk analisa harga satuan

(AHSP) penjadwalan dengan metode *precedence diagram method* (PDM) selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Setelah melakukan perhitungan terhadap biaya lembur pekerja dan penyesuaian terhadap nilai koefisien alat berat yang digunakan, berikut adalah *breakdown* biaya proyek setelah dilakukan penjadwalan dengan menggunakan metode *precedence diagram method* (PDM) :

Tabel 4. 16 Daftar harga dan kuantitas jadwal PDM

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi				
1.2	Mobilisasi	Ls	1,00	Rp20.000.000,00	Rp20.000.000,00
					Rp20.000.000,00
DIVISI 2. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)					
2.1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK :				
2.1.(1)	Pembuatan Dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi				
2.1.(2)	Pembuatan Prosedur dan Instruksi Kerja	Set	1,00	Rp500.000,00	Rp500.000,00
2.1.(3)	Penyiapan Formulir				
2.2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan :				
2.2.(8)	Spanduk (Banner)	Lb	1,00	Rp200.000,00	Rp200.000,00
2.3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri :				
2.3.(1)	Jaring Pengaman (Safety Net)	m'			
	Pembatas Area (Restricted Area)	Roll	4,00	Rp200.000,00	Rp800.000,00
2.3.(2)	Topi Pelindung (Safety Helmet)	Bh	10,00	Rp50.000,00	Rp500.000,00
	Pelindung Pernafasan dan Mulut	Ktk	3,00	Rp50.000,00	Rp150.000,00
	Sarung Tangan	Psg	10,00	Rp20.000,00	Rp200.000,00
	Sepatu Keselamatan	Psg	10,00	Rp300.000,00	Rp3.000.000,00
	Rompi Keselamatan	Bh	10,00	Rp50.000,00	Rp500.000,00
2.4	Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi :				
2.4.(1)	Asuransi	Ls	1,00	Rp17.706.184,00	Rp17.706.184,00
2.5	Personel Keselamatan Konstruksi :				
2.5.(1)	Ahli K3 Konstruksi atau Ahli keselamatan Konstruksi	Org	1,00	Rp3.000.000,00	Rp3.000.000,00
2.6	Fasilitas Sarana, Prasarana, dan Alat Kesehatan				
2.6.(1)	Peralatan P3K	Set	1,00	Rp225.000,00	Rp225.000,00
2.7	Rambu dan Perlengkapan Lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas				
2.7.(3)	Rambu Peringatan	Bh	2,00	Rp250.000,00	Rp500.000,00
2.7.(5)	Rambu Informasi	Bh	1,00	Rp500.000,00	Rp500.000,00
2.8	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi :				
2.8.(4)	Ahli Struktur/Ahli Jalan	OK	1,00	Rp3.000.000,00	Rp3.000.000,00
2.9	Kegiatan dan Peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi				
2.9.(1)	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	Bh	1,00	Rp300.000,00	Rp300.000,00
					Rp31.081.184,00
DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK					
4.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	m2	13164,00	Rp7.300,00	Rp96.097.200,00
4.4.(1a)	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	m3	1228,64	Rp237.500,00	Rp291.802.000,00
					Rp387.899.200,00

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN					
6.1.(3a)	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	m3	665,08	Rp708.500,00	Rp471.209.180,00
6.1.(4)	Lapis Drainase	m3	1316,40	Rp1.177.700,00	Rp1.550.324.280,00
6.3.(1a)	Perkerasan Beton Semen	m3	3027,72	Rp2.972.400,00	Rp8.999.594.928,00
6.3.(3)	Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	m3	1316,40	Rp2.008.100,00	Rp2.643.462.840,00
					Rp13.664.591.228,00
DIVISI 8. STRUKTUR					
8.9.(1)	Pasangan Batu	m3	1246,19	Rp1.429.700,00	Rp1.781.677.843,00
					Rp1.781.677.843,00
DIVISI 10. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN					
10.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m2	197,46	Rp277.300,00	Rp54.755.658,00
10.2.(5)	Patok Pengarah	Buah	100,00	Rp176.700,00	Rp17.670.000,00
					Rp72.425.658,00
a	Biaya Lembur Pekerja				Rp 236.310.138,24
b	Total				Rp 16.193.985.251,24
c	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % × (a)				Rp 1.781.338.377,64
c	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (a) + (b)				Rp 17.975.323.628,88
d	Dibulatkan				Rp 17.975.324.000,00

(Sumber : Hasil Analisa)

4.4 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan ulang terhadap durasi dan biaya pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Simpang Batu–Laburan menggunakan metode *precedence diagram method* (PDM), diperoleh durasi penjadwalan selama 88 hari kerja. Hasil ini menunjukkan adanya efisiensi waktu pelaksanaan sebesar 62 hari kerja dibandingkan dengan penjadwalan awal (existing) yang memiliki durasi 150 hari kerja.

Meskipun terdapat perubahan dari segi durasi, hal ini berdampak pada komponen biaya langsung proyek. Total biaya langsung pada penjadwalan existing sebesar Rp17.702.184.000,00, setelah dilakukan penjadwalan dengan metode PDM terjadi peningkatan biaya menjadi Rp17.975.324.000,00. Peningkatan nilai biaya ini tidak semata-mata disebabkan oleh perubahan durasi, tetapi juga dipengaruhi oleh penyesuaian pada nilai koefisien alat berat yang berubah, serta adanya peningkatan produktivitas dengan strategi menambahkan jam kerja selama 1 jam. Walaupun terjadi kenaikan pada biaya langsung proyek, namun hal ini juga mempengaruhi biaya tak langsung proyek karena dengan berkurangnya durasi hari kerja maka akan berkurang pula biaya tak langsung proyek.

Dengan demikian, meskipun terdapat kenaikan pada biaya langsung, metode PDM memberikan manfaat signifikan dalam hal efisiensi waktu, yang secara keseluruhan dapat mendukung efektivitas pelaksanaan proyek secara lebih optimal.