

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PDM DAN PERT PADA PEMBANGUNAN RUAS JALAN SIMPANG ARMED – RUMAH GERAT KECAMATAN BIRU-BIRU KABUPATEN DELI SERDANG

Titus Asli Sabarhati Telaumbanua¹⁾, Ahmad Bima Nusa²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²⁾Staf Pengajar Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

titus.ash.delau@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang, menerapkan penjadwalan menggunakan metode Kurva S, yang dimana tidak dapat diketahui keterkaitan antar kegiatan-kegiatan sehingga kegiatan-kegiatan yang menjadi prioritas dan tidak boleh terlambat dikerjakan dalam proyek tidak dapat terlihat serta tidak terdapat waktu yang efisien untuk dapat menyelesaikan proyek. Oleh karena itu diterapkan metode PDM dan PERT, agar perencanaan penjadwalan proyek dapat mengetahui keterkaitan antar kegiatan, mengetahui kegiatan yang diperlukan untuk menjadi perhatian (kegiatan kritis), mengetahui probabilitas waktu penyelesaian seluruh pekerjaan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah penerapan metode PDM dan PERT pada penjadwalan proyek konstruksi jalan yang awalnya menggunakan metode Kurva-S dalam penjadwalannya sehingga menghasilkan time schedule dengan durasi kerja yang tepat dan memiliki probabilitas keberhasilan yang tinggi. Dari hasil perhitungan perencana pada proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang, Armed – Rumah Gerat Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang, dengan menggunakan metode PDM yang digunakan peneliti didapatkan durasi keseluruhan kegiatan proyek adalah 128 hari kerja sama dengan durasi Kurva S perencana dengan lintasan kritis yaitu kegiatan A-D-E-E3-E1-E2-D1-G-A1. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan hasil bahwa probabilitas keberhasilan selesainya proyek dengan durasi 128 hari hanya 70% dengan metode PERT didapat waktu yang efisien untuk penyelesaian proyek yaitu selama 132 hari dimana memiliki probabilitas 99,63% dengan lintasan kritis kegiatan A-D-E-E3-G-A1.

Kata Kunci : *Penjadwalan, Metode PDM dan PERT, Kurva S*

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya dalam penjadwalan waktu pelaksanaan proyek, kontraktor (Pelaksana Proyek), *developer* (Pengembang) atau pemilik proyek selalu menggunakan metode Kurva S dan *Bar Chart* yang terlihat sederhana dan mudah dipahami, namun pada metode ini tidak dapat diketahui keterkaitan antar kegiatan, kegiatan kritis dan waktu yang efisien untuk dapat menyelesaikan proyek.

Pembangunan jalan dilakukan di Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang yang dijalankan oleh CV. Sejahtera Jaya. Yang dalam objek ini menjalankan kerjasama dengan Dinas Sumber Daya Air, Bina Marga Dan Bina Konstruksi Kabupaten Deli Serdang. Pada pembangunan jalan yang dilakukan oleh CV. Sejahtera Jaya menerapkan penjadwalan menggunakan metode Kurva S, yang dimana tidak dapat diketahui keterkaitan antar kegiatan-kegiatan kritis sehingga kegiatan-kegiatan yang menjadi prioritas dan tidak boleh terlambat dikerjakan dalam proyek tidak dapat terlihat serta tidak terdapat waktu yang efisien untuk dapat menyelesaikan proyek.

Dalam pelaksanaan kegiatan suatu proyek konstruksi jalan sering dihadapi adanya berbagai kendala atau keterlambatan dari waktu yang telah

direncanakan, misalnya terjadi kekurangan bahan, banyaknya waktu longgar, kesalahan dalam urutan kerja, dan kondisi cuaca yang tidak menentu. Untuk mengatasi kendala itu, pelaksana proyek harus menggunakan metode penjadwalan yang sesuai dengan karakteristik proyek tersebut.

Ada beberapa metode dalam penjadwalan proyek diantaranya adalah metode *Network Diagram*. Dengan menerapkan metode penjadwalan *Network Diagram*, pelaksana proyek dapat mengetahui hubungan antar kegiatan, mengetahui kegiatan yang menjadi perhatian penting sehingga tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek, serta dapat menghitung probabilitas waktu penyelesaian seluruh kegiatan proyek. Ada beberapa metode *Network Diagram*, yaitu CPM, PDM dan PERT. Pada penelitian ini menerapkan metode PDM dan PERT untuk menjawab permasalahan yang ada.

Rumusan permasalahan pada Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang Yaitu:

1. Bagaimana menyusun penjadwalan proyek dengan metode PDM dan PERT?

2. Bagaimanakah menentukan lintasan kritis dan durasi penyelesaian seluruh kegiatan proyek dengan metode PDM dan PERT?
3. Bagaimana perbandingan penjadwalan yang dibuat dengan metode PDM, PERT dan Kurva S?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memecahkan masalah yang telah diuraikan dalam rumusan masalah antara lain:

1. Menganalisis penjadwalan proyek dengan metode PDM dan PERT.
2. Mendapatkan lintasan kritis dan probabilitas waktu yang dibutuhkan penyelesaian proyek dengan metode PDM dan PERT.
3. Mengetahui perbandingan antara metode PDM, PERT dan Kurva S.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang yaitu metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) yakni suatu metode penjadwalan berupa rencana jaringan kerja yang menitikberatkan kegiatan pada node atau bisa dikenal sebagai *Activity On Node*.

2.1 Lokasi Proyek

Penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

2.2 Data Yang Diperlukan

Dalam pengerjaan penelitian ini data data yang diperlukan untuk dilakukannya analisa adalah:

1. Data primer yang meliputi data durasi optimis (a) dan pesimis (b) yang didapatkan dari hasil wawancara.
2. Data sekunder berupa *Time Schedule* Kurva S

2.3 Metode Analisa Data

Setelah semua data yang diperlukan terkumpul, dilakukan analisa data dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Analisa durasi menggunakan metode PDM
 - Uraian kegiatan proyek dan durasi
 - Perhitungan *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (FS)
 - Menentukan lintasan kritis
 - Membuat jaringan kerja diagram PDM
2. Analisa durasi menggunakan metode PERT
 - Menghitung estimasi a (durasi optimis), b (durasi pesimis), dan m (durasi paling mungkin)
 - Perhitungan *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (FS)
 - Menentukan lintasan kritis

- Membuat jaringan kerja diagram PERT
 - Perhitungan Normal *Z Value* dan Probabilitas
3. Perbandingan Metode PDM dan PERT dan Kurva S

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjadwalan *Precedence Diagram Method* (PDM)

Dalam metode *Precedence Diagram Method* (PDM)terdapat perhitungan maju dan perhitungan mundur, sehingga kita dapat menentukan lintasan kritis yang ada pada penjadwalan. Ketergantungan hubungan antar kegiatan juga merupakan poin penting dalam hal ini karena ada pekerjaan yang mulai atau selesai bersamaan dan ada juga pekerjaan yang dimulai setelah beberapa hari pekerjaan lainnya selesai.

PDM memiliki empat hubungan logika ketergantungan antar kegiatan atau empat *konstrain*, yaitu FS (*Finish to Start*), SS (*Start to Start*), SF (*Start to Finish*), dan FF (*Finish to Finish*). Seperti hubungan ketergantungan kegiatan pada Proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Great Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan (Olahan Data)

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)	Tergantung	Jenis	LT (Lead Time)
Umum					
A	Mobilisasi	5	Start	-	-
A1	Demobilisasi	3	G	SS	6
Selokan Dan Saluran Air (Drainase)					
B	Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	18	A	FS	6
Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik					
C	Galian Biasa	35	D	SS	36
C1	Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian	35	C	SS	1
Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen					
D	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	72	A	FS	0
D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	18	E2	SS	6
D2	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	24	D	SS	48
Perkerasan Aspal					
E	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi	24	D	FS	0
E1	Lapis Perekat -Aspal Cair/Emulsi	24	E3	FS	0
E2	Laston Lapis Aus AC-WC	24	E1	SS	0
E3	Laston Lapis Antara AC-BC	24	E	SS	0
Struktur					
F	Beton Struktur fc' 20 Mpa	48	D2	SS	1
F1	Pasangan Batu	30	D	SS	18
Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain					
G	Marka Jalan Termoplastik	9	E2	SS	18

3.2 Perhitungan Maju (*Olahan Data*)

Perhitungan maju pada metode PDM untuk menghitung nilai ES (*Earliest Start*) dan nilai EF (*Earliest Finish*).

- a. Kegiatan A (Mobilisasi)
 - ESA = 0
 - EFA = ESA + DA = 0 + 5 = 5
- b. Kegiatan D (Lapis Pondasi Agregat Kelas A)
 - ESD = ESC1 + FS = 5 + 0 = 5
 - EFD = ESD + DD = 5 + 72 = 77
- c. Kegiatan B (Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air)
 - ESB = ESA + SS = 5 + 6 = 11
 - EFB = ESB + DB = 11 + 18 = 29
- d. Kegiatan C (Galian Biasa)
 - ESC = ESA + SS = 5 + 36 = 41
 - EFC = ESC + DC = 41 + 35 = 76
- e. Kegiatan C1 (Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian)
 - ESC1 = ESC + SS = 41 + 1 = 42
 - EFC1 = ESC + DC = 42 + 35 = 77
- f. Kegiatan F1 (Pasangan Batu)
 - ESF1 = ESD + SS = 5 + 18 = 23
 - EFF1 = ES F1 + D F1 = 23 + 30 = 53
- g. Kegiatan D2 (Lapis Pondasi Bawah Beton Kuru (Concrete Vibrator))
 - ESD2 = ESD + SS = 5 + 48 = 53
 - EFD2 = ESD2 + DD2 = 53 + 24 = 77
- h. Kegiatan F (Beton Struktur fc'20 Mpa)
 - ESF = ESD2 + SS = 53 + 0 = 53
 - EFF = ESF + DF = 53 + 48 = 101
- i. Kegiatan E (Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi)
 - ESE = EFD + FS = 77 + 0 = 77
 - EFE = ESE + DE = 77 + 24 = 101
- j. Kegiatan E3 (Laston Lapis Aus AC-BC)
 - ESF = ESE + SS = 77 + 0 = 77
 - EFF = ESF + DF = 77 + 24 = 101
- k. Kegiatan E1 (Lapis Perekat –Aspal Cair/Emulsi)
 - ESE1 = EFE3 + FS = 101 + 0 = 101
 - EFE1 = ESE + DE1 = 101 + 24 = 125
- l. Kegiatan E2 (Laston Lapis Aus AC-WC)
 - ESE2 = ESE + SS = 101 + 0 = 101
 - EFE2 = ESE2 + DE2 = 101 + 24 = 125
- m. Kegiatan D1 (Lapis Pondasi Agregat Kelas S)
 - ESD1 = ESE2 + SS = 101 + 6 = 107
 - EFD1 = ESD1 + DD1 = 107 + 18 = 125
- n. Kegiatan G (Marka Jalan Termoplastik)
 - ESG = ESE2 + SS = 101 + 18 = 119
 - EFG = ESG + DG = 119 + 9 = 128
- o. Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - ESA1 = EFE3 + FS = 119 + 6 = 125
 - EFA1 = ESA1 + DA1 = 125 + 3 = 128

3.3 Perhitungan Mundur (*Olahan Data*)

Perhitungan mundur pada metode PDM untuk menghitung nilai LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*).

- a. Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - LF_{A1} dipeoleh dari kegiatan LF_{Finish} = 128

- LS_{A1} = LF_{A1} + D_{A1} = 128 - 3 = 125
 - b. Kegiatan G (Marka Jalan Termoplastik)
 - LS_G = LS_{A1} - SS = 125 - 6 = 119
 - LF_G = LF_G + D_G = 119 + 9 = 128
 - c. Kegiatan D1 (Lapis Pondasi Agregat Kelas S)
 - LF_{D1} = LS_{A1} - SS = 125 - 0 = 125
 - LS_{D1} = ES_{D1} - D_{D1} = 125 - 18 = 107
 - d. Kegiatan E2 (Laston Lapis Aus AC-WC)
 - LS_{E2} = LS_G - SS = 119 - 18 = 101
 - LF_{E2} = ES_{E2} + D_{E2} = 101 + 24 = 125
 - e. Kegiatan E1 (Lapis Perekat –Aspal Cair/Emulsi)
 - LS_{E1} = LS_{E2} - FS = 119 - 18 = 101
 - LF_{E1} = ES_{E1} + D_{E1} = 101 + 24 = 125
 - f. Kegiatan E3 (Laston Lapis Aus AC-BC)
 - LF_F = LS_{E1} - FS = 101 - 0 = 101
 - LS_F = LF_F - D_F = 101 - 24 = 77
 - g. Kegiatan E (Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi)
 - LF_E = LS_{E3} - FS = 101 - 0 = 101
 - LS_E = LS_{E3} - D_E = 101 - 24 = 77
 - h. Kegiatan F (Beton Struktur fc'20 Mpa)
 - LF_F dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 128
 - LS_F = LF_F - D_F = 128 - 48 = 80
 - i. Kegiatan D2 (Lapis Pondasi Bawah Beton Kuru (Concrete Vibrator))
 - LF_{D2} = LS_F - SS = 80 - 1 = 79
 - LS_{D2} = ES_{D2} - D_{D2} = 79 - 24 = 55
 - j. Kegiatan F1 (Pasangan Batu)
 - LF_{F1} dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 128
 - LS_{F1} = LF_{F1} - D_C = 128 - 30 = 98
 - k. Kegiatan C1 (Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian)
 - LF_{C1} dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 128
 - LS_{C1} = LF_{C1} - D_C = 128 - 35 = 93
 - l. Kegiatan C (Galian Biasa)
 - LF_C = LF_{C1} - SS = 93 - 1 = 92
 - LS_C = LS_C - D_C = 92 - 35 = 57
 - m. Kegiatan B (Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air)
 - LF_B dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 128
 - LS_B = LS_B - D_B = 128 - 18 = 110
 - n. Kegiatan D (Lapis Pondasi Agregat Kelas A)
 - LS_D = LS_{D2} - SS = 55 - 48 = 7
 - LF_D = LS_D + D_D = 7 + 72 = 79
 - o. Kegiatan A (Mobilisasi)
 - LS_{A1} - FS = 125 - 120 = 5
 - LS_B - FS = 110 - 6 = 104
 - LS_D - FS = 7 - 0 = 7
- Diambil nilai terkecil
 LF_A = 5
 LS_A = LS_A - D_A = 5 - 5 = 0

3.4 Menentukan Lintasan Kritis

Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Selanjutnya dilakukan perhitungan lintasan kritis. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka pekerjaan akhir merupakan pekerjaan yang berada pada lintasan

kritis. Untuk lebih lengkap lihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Lintasan Kritis (Olahan Data)

Kegiatan	ES	EF	LS	LF	D	LF-ES	Status
A	0	5	0	5	5	5	Kritis
B	11	29	110	128	18	117	
C	41	76	57	92	35	51	
C1	42	77	93	128	35	86	
D	5	77	5	77	72	72	Kritis
F1	23	53	98	128	30	105	
D2	53	77	55	79	24	26	
F	54	102	80	128	48	74	
E	77	101	77	101	24	24	Kritis
E3	77	101	77	101	24	24	Kritis
E1	101	125	101	125	24	24	Kritis
E2	101	125	101	125	24	24	Kritis
D1	107	125	107	125	18	21	Kritis
G	119	128	119	128	9	9	Kritis
A1	125	128	125	128	3	3	Kritis

Adapun Lintasan kritis diatas merupakan kegiatan-kegiatan yang harus selesai tepat waktu, sesuai dengan durasi masing-masing kegiatan tersebut agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian seluruh kegiatan proyek. Pada tampilan *Network Diagram*, kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis sudah di tampilkan dengan format warna merah. Dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah.



Gambar 1. Diagram hasil perhitungan dengan menggunakan metode PDM, 2023
 Sumber: (Olahan Data)

3.2 Penjadwalan Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Dari data estimasi waktu pada tabel 3.1, maka dapat dicari nilai te (waktu yang diharapkan)

$$te = \frac{a+4(m)+b}{6}$$

Maka dapatlah nilai te untuk masing-masing kegiatan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai waktu yang diharapkan (te) (Olahan Data)

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)
Umum		
A	Mobilisasi	4.8
A1	Demobilisasi	2.8
Selokan Dan Saluran Air (Drainase)		
B	Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	17.3
Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik		
C	Galian Biasa	34.1
C1	Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian	34.1
Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen		
D	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	71..8
D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	17.3
D2	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	23.1
Perkerasan Aspal		
E	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi	23.6
E1	Lapis Perekat –Aspal Cair/Emulsi	23.6
E2	Laston Lapis Aus AC-WC	23.6
E3	Laston Lapis Antara AC-BC	23.6
Struktur		
F	Beton Struktur fc'20 Mpa	47.8
F1	Pasangan Batu	29.8
Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain		
G	Marka Jalan Termoplastik	8.8

Dari hasil perhitungan te (waktu yang diharapkan) pada Tabel 3. adalah untuk menentukan

durasi waktu masing-masing kegiatan Proyek Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed-Rumah Gerat Kec. Biru-Biru. Perhitungan ini menggunakan 3 probabilitas waktu dengan memperhitungkan hambatan dan kecepatan sehingga dapat menjadi pengendali dan evaluasi dalam proses pelaksanaan kegiatan proyek.

3.3 Perhitungan Maju (Olahan Data)

Perhitungan Maju Metode PERT menggunakan pendekatan dengan metode PDM, maka hubungan ketergantungan kegiatan sama dengan metode PDM. Perhitungan maju pada metode PERT untuk menghitung nilai ES (*Earliest Start*) dan nilai EF (*Earliest Finish*)

- a. Kegiatan A (Mobilisasi)
 - $ES_A = 0$
 - $EF_A = ES_A + D_A = 0 + 4.8 = 4.8$
- b. Kegiatan D (Lapis Pondasi Agregat Kelas A)
 - $ES_D = ES_{C1} + SS = 4.8 + 0 = 4.8$
 - $EF_D = ES_D + D_D = 4.8 + 71.3 = 76.6$
- c. Kegiatan B (Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air)
 - $ES_B = ES_A + SS = 4.8 + 6 = 10.8$
 - $EF_B = ES_B + D_B = 10.8 + 17.3 = 28.1$
- d. Kegiatan C (Galian Biasa)
 - $ES_C = ES_D + SS = 4.8 + 36 = 40.8$
 - $EF_C = ES_C + D_C = 40.8 + 34.1 = 74.9$
- e. Kegiatan C1 (Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian)
 - $ES_{C1} = ES_C + SS = 40.8 + 1 = 41.8$
 - $EF_{C1} = ES_{C1} + D_{C1} = 41.8 + 34.1 = 75.9$
- f. Kegiatan F1 (Pasangan Batu)
 - $ES_{F1} = ES_D + SS = 4.8 + 18 = 22.8$
 - $EF_{F1} = ES_{F1} + D_{F1} = 22.8 + 29.8 = 52.6$
- g. Kegiatan D2 (Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras (*Concrete Vibrator*))
 - $ES_{D2} = ES_D + SS = 4.8 + 48 = 52.8$
 - $EF_{D2} = ES_{D2} + D_{D2} = 52.8 + 23.1 = 75.9$
- h. Kegiatan F (Beton Struktur fc'20 Mpa)
 - $ES_F = ES_{D2} + SS = 52.8 + 1 = 53.9$
 - $EF_F = ES_F + D_F = 53.9 + 47.8 = 101.7$
- i. Kegiatan E (Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi)
 - $ES_E = EF_D + FS = 76.6 + 0 = 76.6$
 - $EF_E = ES_E + D_E = 76.6 + 23.6 = 100.2$
- j. Kegiatan E3 (Laston Lapis Aus AC-BC)
 - $ES_F = ES_E + SS = 76.6 + 0 = 76.6$
 - $EF_F = ES_F + D_F = 76.6 + 23.6 = 100.2$
- k. Kegiatan E1 (Lapis Perekat –Aspal Cair/Emulsi)
 - $ES_{E1} = EF_{E3} + FS = 100.2 + 0 = 100.2$
 - $EF_{E1} = ES_{E1} + D_{E1} = 100.2 + 23.6 = 123.8$
- l. Kegiatan E2 (Laston Lapis Aus AC-WC)
 - $ES_{E2} = ES_E + SS = 100.2 + 0 = 100.2$
 - $EF_{E2} = ES_{E2} + D_{E2} = 100.2 + 23.6 = 123.8$
- m. Kegiatan D1 (Lapis Pondasi Agregat Kelas S)
 - $ES_{D1} = ES_{E2} + SS = 100.2 + 6 = 106.2$
 - $EF_{D1} = ES_{D1} + D_{D1} = 106.2 + 17.3 = 123.5$
- n. Kegiatan G (Marka Jalan Termoplastik)
 - $ES_G = ES_{E2} + SS = 100.2 + 18 = 118.2$
 - $EF_G = ES_G + D_G = 118.2 + 8.8 = 127$
- o. Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - $ES_{A1} = EF_G + FS = 118.2 + 6 = 124.2$
 - $EF_{A1} = ES_{A1} + D_{A1} = 124.2 + 2.8 = 127$

3.4 Perhitungan Mundur (Olahan Data)

Perhitungan mundur pada metode PERT untuk menghitung nilai LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*).

- a. Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - LF_{A1} dipeoleh dari kegiatan LF_{Finish} = 127
 - $LS_{A1} = LF_{A1} + D_{A1} = 127 - 2.8 = 124.2$
- b. Kegiatan G (Marka Jalan Termoplastik)
 - $LS_G = LS_{A1} - SS = 124.2 - 6 = 118.2$
 - $LF_G = LF_G + D_G = 118.2 + 8.8 = 127$
- c. Kegiatan D1 (Lapis Pondasi Agregat Kelas S)
 - $LF_{D1} = LS_{A1} - SS = 124.2 - 0 = 124.2$
 - $LS_{D1} = ES_{D1} - D_{D1} = 124.2 - 17.3 = 106.9$
- d. Kegiatan E2 (Laston Lapis Aus AC-WC)
 - $LS_{E2} = LS_G - SS = 118.2 - 18 = 100.2$
 - $LF_{E2} = ES_{E2} + D_{E2} = 100.2 + 23.6 = 123.8$
- e. Kegiatan E1 (Lapis Perekat –Aspal Cair/Emulsi)
 - $LS_{E1} = LS_{E2} - FS = 100.2 - 0 = 100.2$
 - $LF_{E1} = ES_{E1} + D_{E1} = 100.2 + 23.6 = 123.8$
- f. Kegiatan E3 (Laston Lapis Aus AC-BC)
 - $LS_F = LS_{E1} - FS = 100.2 - 0 = 100.2$
 - $LF_F = ES_F + D_F = 100.2 + 23.6 = 123.8$
- g. Kegiatan E (Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi)
 - $LF_E = LS_{E3} - FS = 100.2 - 0 = 100.2$
 - $LS_E = LS_{E3} - D_E = 100.2 - 23.6 = 76.6$
- h. Kegiatan F (Beton Struktur fc'20 Mpa)
 - LF_F dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 127
 - $LS_F = LF_F - D_F = 127 - 47.8 = 79.2$
- i. Kegiatan D2 (Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras (*Concrete Vibrator*))
 - $LF_{D2} = LS_F - SS = 79.2 - 1 = 78.2$
 - $LS_{D2} = ES_{D2} - D_{D2} = 78.2 - 23.1 = 55.1$
- j. Kegiatan F1 (Pasangan Batu)
 - LF_{F1} dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 127
 - $LS_{F1} = LF_{F1} - D_C = 127 - 29.8 = 97.2$
- k. Kegiatan C1 (Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian)
 - LF_{C1} dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 127
 - $LS_{C1} = LF_{C1} - D_C = 127 - 34.1 = 92.9$
- l. Kegiatan C (Galian Biasa)
 - $LF_C = LF_{C1} - SS = 92.9 - 1 = 91.9$
 - $LS_C = LS_C - D_C = 91.9 - 34.1 = 57.8$
- m. Kegiatan B (Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air)
 - LF_B dipeoleh dari kegiatan LF_{A1} = 127
 - $LS_B = LS_B - D_B = 127 - 17.3 = 109.7$
- n. Kegiatan D (Lapis Pondasi Agregat Kelas A)
 - $LS_D = LS_{D2} - SS = 55.1 - 48 = 7.1$
 - $LF_D = LS_D + D_D = 7.1 + 71.3 = 78.4$
- o. Kegiatan A (Mobilisasi)
 - $LS_{A1} - FS = 124.2 - 119.4 = 4.8$
 - $LS_B - FS = 109.7 - 6 = 103.7$

$LS_D - FS = 4.8 - 0 = 4.8$
 Diambil nilai terkecil
 $LF_A = 4.8$
 $LS_A = LS_A - D_A = 4.8 - 4.8 = 0$

3.5 Menentukan Lintasan Kritis

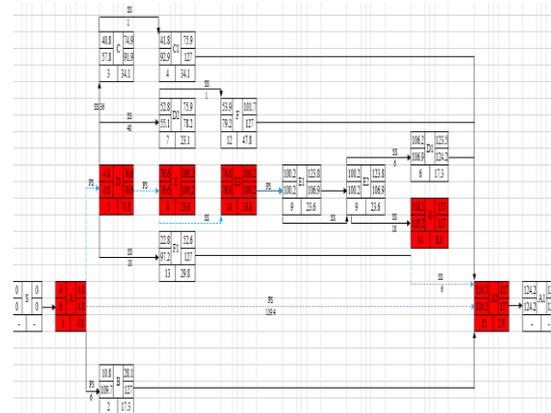
Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Selanjutnya dilakukan perhitungan lintasan kritis. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka pekerjaan akhir merupakan pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Untuk lebih lengkap lihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Lintasan Kritis (Olahan Data)

Kegiatan	ES	EF	LS	LF	D	LF-ES	Status
A	0	4.8	0	4.8	4.8	4.8	Kritis
B	10.8	28.1	109.7	127	17.3	116.2	
C	40.8	74.9	57.8	91.9	34.1	51.1	
C1	41.8	75.9	92.9	127	34.1	85.2	
D	4.8	76.6	4.8	76.6	71.8	71.8	Kritis
F1	22.8	52.6	97.2	127	29.8	104.2	
D2	52.8	75.9	55.1	78.2	23.1	25.4	
F	53.9	101.7	79.2	127	47.8	73.1	
E	76.6	100.2	76.6	100.2	23.6	23.6	Kritis
E3	76.6	100.2	76.6	100.2	23.6	23.6	Kritis
E1	100.2	123.8	100.2	106.9	23.6	6.7	
E2	100.2	123.8	100.2	106.9	23.6	6.7	
D1	106.2	123.5	106.9	124.2	17.3	17.3	
G	118.2	127	118.2	127	8.8	8.8	Kritis
A1	124.2	127	124.2	127	2.8	2.8	Kritis

Adapun lintasan kritis diatas merupakan kegiatan-kegiatan yang harus selesai tepat waktu, sesuai dengan durasi masing-masing kegiatan tersebut agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian seluruh kegiatan proyek. Pada tampilan *Network Diagram*, kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis

sudah di tampilkan dengan format warna merah. Dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah.



Gambar 2. Diagram hasil perhitungan dengan menggunakan metode PERT, 2023
 Sumber: (Olahan Data)

Berdasarkan lintasan kritis di atas yang telah didapat pada perhitungan, kemudian ditentukan nilai standard deviasi keseluruhan dan varians pada proyek secara keseluruhan.

Tabel 5. Nilai standard deviasi dan varians metode PERT (Olahan Data)

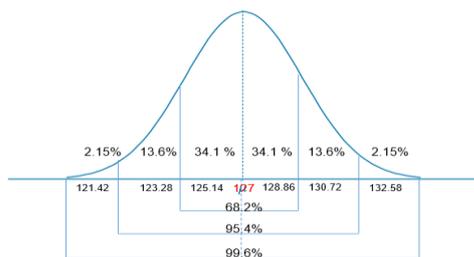
Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi Optimis (a) Hari	Durasi Pesimis (b) Hari	s	V (te)
A	Mobilisasi	3	6	0.5	0.25
D	LPA Kelas A	68	75	1.16	2.56
E	Lapis resap pengikat	21	25	0.66	0.43
E3	Laston lapis AC-BC	21	25	0.66	0.43
G	Marka Jalan Termoplastik	7	10	0.5	0.25
A1	Demobilisasi				
$\sum V (te)$		3.92			
Standard Deviasi (S)		1.86			

Dari tabel di atas didapatkan nilai standard deviasi (S) = 1.86, maka dapat dihitung nilai probabilitas Z Dengan nilai Ts = 128 Hari diambil durasi penyelesaian proyek menggunakan metode PDM.

$$Z = \frac{T_s - T_e}{S} = \frac{128 - 127}{1.86} = 0.53$$

Dengan menggunakan tabel Distribusi normal Z nilai positif didapatkan nilai distribusi Z adalah 0.70194

Jadi, dari hasil perhitungan diatas kemungkinan proyek dapat diselesaikan dengan waktu 128 hari adalah sekitar 70% hal ini berarti, bahwa kemungkinan proyek dapat diselesaikan tepat waktu adalah sedang sehingga perlu dianalisis berapakah waktu yang sesuai agar proyek dapat selesai dengan probabilitas yang tinggi. Untuk itu agar proyek dapat diselesaikan dengan kemungkinan 99% maka dapat dilakukan analisis dengan kurva distribusi normal, yaitu dengan memasukkan nilai Te dan faktor deviasi standar (S) sebagai berikut.



Gambar 3. Analisis kurva distribusi normal metode PERT (Olahan Data)

Berdasarkan kurva distribusi normal pada Gambar 3. Di atas dengan besar rentang 3S, dengan durasi waktu penyelesaian proyek pembangunan ruas jalan Simpang Armed-Rumah Great Kec. Biru-Biru adalah 127 ± 5.58 hari. Dari analisa tersebut maka kesempatan proyek dapat diselesaikan dengan kemungkinan 99% adalah pada rentang waktu, 127 – 132.58 hari. Hal ini juga bisa dianalisis dengan menggunakan nilai distribusi Z. dengan mengganti target waktu penyelesaian proyek (Ts) diubah dari 128 menjadi 132 hari, maka kemungkinan proyek dapat diselesaikan adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{T_s - T_e}{S} = \frac{132 - 127}{1.86} = 2.68$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal didapatkan nilai distribusi adalah 0.99632.

Tabel 6. Target data kemungkinan penyelesaian proyek (Olahan Data)

Target Penyelesaian	Z	Distribusi Normal	Probabilitas Proyek Dapat Selesai (%)
125	-1.07	0.14231	14.23%
128	0.53	0.70194	70.19%
130	1.61	0.94630	94.63%
132	2.68	0.99632	99.63%

Jadi dengan cara menambah durasi waktu penyelesaian proyek dari 128 hari menjadi 132 hari maka probabilitas waktu penyelesaian proyek dapat diselesaikan menjadi 99%.

3.7 Analisis Perbandingan

Hasil perhitungan perencanaan dan penjadwalan dengan menggunakan metode PDM dan Metode PERT serta hasil penjadwalan dengan kontraktor dengan menggunakan Kurva S. maka dapat dibuat analisis perbandingan baik dari segi metode, logika ketergantungan, lintasan kritis, dan bentuk diagram, adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Perbandingan metode perencanaan dan penjadwalan proyek (Olahan Data)

Metode	Penggunaan Metode	Logika Ketergantungan	Lintasan Kritis	Bentuk Diagram
PDM	Sesuai dengan proyek-proyek yang overlapping	Menggunakan 4 (empat) jenis hubungan ketergantungan, SS, SF, FF dan FS	A-D-E-E3-E1-E2-D1-G-A1	Kegiatan terletak pada titik (node) yang saling berhubungan dengan anak panah
PERT	Cocok untuk evaluasi proyek dan analisis resiko	Dapat menunjukkan hubungan ketergantungan dengan menggunakan pendekatan metode PDM	A-D-E-E3-G-A1	Teknik diagram jaringan yang mempertimbangkan penggunaan durasi tak tentu sehingga memberikan kemungkinan penyelesaian proyek dengan 3 macam durasi tampilan menggunakan pendekatan PDM
Kurva S	Sebagai pengendali proyek dan memudahkan dalam membuat laporan pekerjaan proyek dikarenakan memperhitungkan bobot pekerjaan setiap kegiatan	Tidak dapat menunjukkan hubungan ketergantungan	Tidak diketahui	Tampilan dibuat dalam bentuk kurva, dimana durasi kegiatan dibuat bobot kegiatan dan setiap bobot kegiatan diletakkan pada durasi waktu masing-masing kegiatan. Setiap bobot kegiatan mingguan dihubungkan dengan garis dan membentuk huruf S

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan skripsi Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PDM Dan PERT Pada Pembangunan Ruas Jalan Simpang Armed Kecamatan Biru-Biru Kabupaten Deli Serdang maka dapat disimpulkan dari durasi perhitungan dengan menggunakan metode PDM yang digunakan peneliti didapatkan durasi keseluruhan kegiatan proyek adalah 128 hari kerja sama dengan durasi Kurva S perencana dengan lintasan kritis yaitu kegiatan A-D-E-E3-E1-E2-D1-G-A1. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan hasil bahwa probabilitas keberhasilan selesainya proyek dengan durasi 128 hari hanya 70% dengan metode PERT didapat waktu yang efisien untuk penyelesaian proyek yaitu selama 132 hari dimana memiliki probabilitas 99,63% dengan lintasan kritis kegiatan A-D-E-E3-G-A1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. ANDI. Yogyakarta
- [2]. Abrar, Husen. 2008. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek*. ANDI. Yogyakarta
- [3]. Soeharto, Imam. 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid I*. Erlangga . Jakarta.
- [4]. Raharja, Irwa. 2014. *Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT di PT Hasana Damai Putra Yogyakarta Pada Proyek Perumahan Tirta Sani*. Jurnal Bentang Vol. 2 No. 1. Yogyakarta
- [5]. Setiawati, Sri, Syahrizal, Dewi, Rezky Ariessa. 2015, *Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Rehabilitasi/Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/Kota D.I Pekan Dolok)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.