

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PDM DAN PERT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH MINGGU HKBP AEK KANOPAN KECAMATAN KUALUH HULU KABUPATEN LABUHAN BATU UTARA

Daniel Wilson Lase, Ahmad Bima Nusa

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer,
Universitas Harapan Medan
daniellase64@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan Kecamatan Kualuh Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara, menerapkan penjadwalan proyek menggunakan metode kurva-S, 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. Oleh karena itu, dibutuhkan metode PDM dan PERT agar diketahui keterkaitan antar kegiatan dan kegiatan yang diperlukan untuk menjadi perhatian (kegiatan kritis), dan mengetahui probabilitas waktu penyelesaian seluruh kegiatan pekerjaan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah penerapan metode PDM dan PERT pada penjadwalan proyek konstruksi gedung 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 penjadwalan pada proyek Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan Kecamatan Kualuh Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara, dengan menggunakan metode PDM didapatkan durasi keseluruhan kegiatan pekerjaan proyek adalah 180 hari terjadinya kegiatan lintasan kritis sama dengan metode PERT yaitu kegiatan pekerjaan pendahuluan, pekerjaan tanah dan pondasi, pekerjaan beton, pekerjaan dinding, pekerjaan sanitasi, dan pekerjaan lain-lain. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan hasil waktu yang efisien untuk penyelesaian proyek yaitu selama 179 hari dan memiliki probabilitas 99% keberhasilan selesainya proyek.

Kata Kunci: *Penjadwalan, Durasi, Kritis, Probabilitas*

I. PENDAHULUAN

Sebuah proyek dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas dan sasarannya telah digariskan dengan jelas. Dalam pelaksanaan suatu proyek pembangunan, perencanaan merupakan masalah yang sangat penting untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Perencanaan meliputi penetapan keputusan mengenai apa (*what*) yang akan dikerjakan, kapan (*when*) hal tersebut akan dikerjakan, siapa (*who*) yang akan melaksanakannya, dan bagaimana (*how*) sasaran tujuannya akan dicapai (Arianto, 2010). Penjadwalan dalam suatu proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dengan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat terperinci dan sangat detail. Hal ini bertujuan untuk membantu pelaksanaan proyek dalam melakukan evaluasi proyek (Soeharto, 1999).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perhitungan Metode PDM

Metode PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *Activity On Node* (AON). Di sini kegiatan dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segiempat. Sedangkan anak panah hanya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto, 1999), kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

ES	JENIS KEGIATAN	EF	
LS		LF	
NO. KEG		DURASI	

Gambar 1. Lambang Kegiatan Metode PDM
Sumber: Ervario, 2005

Keterangan :

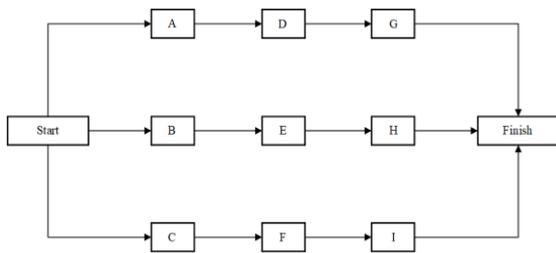
- ES : *Earliest Start*
- LS : *Latest Start*
- EF : *Earliest Finish*
- LF : *Latest Finish*

Adapun istilah-istilah yang digunakan dalam metode PDM adalah sebagai berikut :

- a. **Earliest Start (ES)**, yaitu waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai, dengan

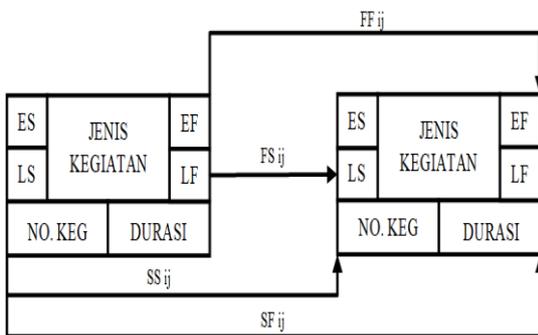
- memperhitungkan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan kegiatan.
- b. **Latest Start (LS)**, yaitu waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.
- c. **Earliest Finish (EF)**, yaitu waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan.
- d. **Latest Finish (LF)**, yaitu waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- e. **Durasi (D)**, yaitu kurun waktu kegiatan.

Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif/dummy, kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 2..



Gambar 2. Dummy start dan finish pada metode PDM
 Sumber : Ervianto, 2005

Adapun untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan lintasan kritis dapat dilakukan melalui perhitungan maju (*Forward Analysis*) dan perhitungan mundur (*Backward Analysis*), kegiatan ini dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kegiatan i dan j
 Sumber: Ervianto, 2005

- a. Perhitungan maju dilakukan untuk mendapatkan *Earliest Start (ES)* dan *Earliest Finish (EF)*, jika lebih dari satu anak panah yang masuk dalam kegiatan maka diambil yang terbesar. Kegiatan i adalah kegiatan *predecessor*, sedangkan kegiatan j adalah kegiatan yang dianalisis. Rumus (ES dan EF) adalah sebagai berikut:
 $ESj = ESi + SSij.....(2.1)$

$$ESj = EFi + FSij.....(2.2)$$

$$ESj = ESi + SSij.....(2.3)$$

$$ESj = EFi + FFij.....(2.4)$$

$$ESj = EFi + Dj.....(2.5)$$

Jika tidak ada FSij atau SSij maka :

$$ESj = EFi + Dj(2.6)$$

- b. Perhitungan mundur dilakukan untuk mendapatkan *Latest Start (LS)* dan *Latest Finish (LF)*, jika lebih dari satu anak panah yang keluar dari kegiatan maka diambil yang terkecil. Kegiatan j adalah kegiatan *successor*, sedangkan kegiatan i adalah kegiatan yang dianalisis. Rumus (LS dan LF) adalah sebagai berikut :

$$LSi = LSj - SSij(2.7)$$

$$LSi = LFj - SSij.....(2.8)$$

$$LSi = LFj - Di.....(2.9)$$

$$LFi = LFj - FFij(2.10)$$

$$LFi = LSj - FSij(2.11)$$

JikaditidakadaFFij maka

$$LFi = LSj + Di(2.12)$$

- c. Adapun lintasan kritis ditandai oleh beberapa keadaan sebagai berikut :
- $ES = LS(2.13)$
- $EF = LF(2.14)$
- $LF - ES = Durasi Kegiatan.....(2.15)$

Keterangan:

ES : Waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai.

SS : Hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu.

EF : Waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan.

FS : Hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.

LS : Waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

LF : Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

FF : Hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.

D : Kurun waktu kegiatan

i : Kegiatan awal

j : Kegiatan selanjutnya

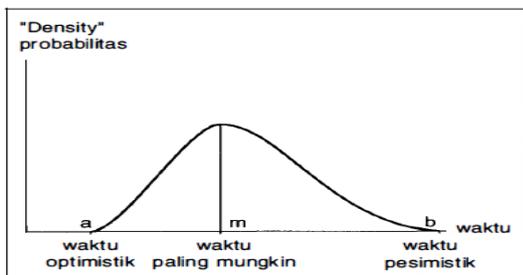
2.2 Perhitungan Metode PERT

Menurut Soeharto (1999), "Meningat besarnya pengaruh angka- angka a,m, dan b dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam menentukan angka estimasi", diantaranya:

- a. Estimator perlu mengetahui fungsidari a,m, dan b dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT.
- b. Di dalam proses estimasi angka-angka a, m, dan b bagi masing-masing kegiatan, jangan sampa idipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- c. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historica lrecord*), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembanding dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan.

Tiga angka estimasi tersebut tersebut, yaitu, a, m, dan b yang mempunyai arti sebagai berikut (Soeharto, 1999), adapun gambar kurva distribusi beta dapat dilihat pada Gambar 4.

- 1) a= kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*), yaitu durasi tercepat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dengan baik.
- 2) m= kurun waktu yang paling mungkin (*mostlikely time*), yaitu durasi yang paling sering terjadi bila suatu kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- 3) b =kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*), yaitu durasi yang paling lama dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dalam kondisi buruk.



Gambar 4. Kurva distribusi beta
Sumber: Soeharto, 1999

Adapun rumus untuk mendapatkan nilai mean durasi kegiatan yang diharapkan *te* (*expected duration*) dan standar deviasi kegiatan *s* dari setiap kegiatan adalah sebagai berikut:

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$s = \frac{b-s}{6} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$v(te) = s^2 \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

te adalah mean durasi kegiatan yang diharapkan
a adalah waktu *optimisticm* adalah waktu paling mungkin

b adalah waktu pesimistik

s adalah standar deviasi kegiatan

$$Te = \sum(te) \text{ untuk kegiatan kritis} \dots(2.19)$$

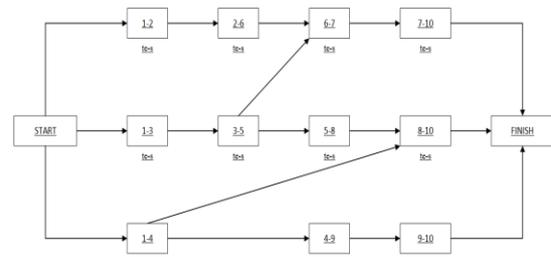
$$S = \sqrt{\sum S^2} \text{ untuk kegiatan kritis} \dots(2.20)$$

Sedangkan nilai probabilitas *Z*, adalah sebagai berikut :

$$Z = \frac{Ts-Te}{s} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

Te adalah waktu penyelesaian proyek yang diharapkan *te* adalah mean durasi kegiatan yang diharapkan adalah standar deviasi dari distribusi durasi proyek yang diharapkan *s* adalah standar deviasi kegiatan *Ts* adalah target waktu penyelesaian proyek. *Z* adalah nilai probabilitas. Kemudian nilai *Z* tersebut dikonversikan ke dalam tabel distribusi normal. Sedangkan bentuk diagram PERT dengan pendekatan metode PDM yang menunjukkan hubungan antar kegiatan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5 yang mana, diagram PERT menunjukkan hubungan antar kegiatan serta menunjukkan waktu yang di harapkan (*te*) dan standar deviasi (*s*), seperti kegiatan awal (*start*) ke kegiatan seterusnya hingga sampai kegiatan selesai (*finish*).



Gambar 5. Diagram PERT Precedence Network dengan waktu yang diharapkan (*te*) dan standar deviasi (*s*)
Sumber: Soeharto, 1999

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, yaitu pada proyek Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan Kec. Kualuh Hulu, Kabupaten Labuhan Batu Utara. Data ini diperoleh baik melalui pengamatan, maupun wawancara secara langsung terhadap kondisi proyek dengan pihak-pihak terkait, antara lain staf proyek, pelaksana lapangan, dan pihak perencana pembangunan proyek. Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan data *schedule* yang berasal dari proyek.

Data primer pada proyek ini didapat akan dari hasil wawancara salah seorang *team leader* pada proyek pembangunan konstruksi gedung. Data tersebut digunakan untuk metode PERT, data durasi *m* didapatkan dari data proyek yang ada pada data

sekunder, sedangkan untuk data durasi *a* dan *b*, didapatkan dari hasil wawancara. Untuk durasi Estimasi Waktu Pada Metode PERT dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Waktu Pada Metode PERT

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi Optimis (a) (Hari)	Durasi Paling Mungkin (m) (Hari)	Durasi Pesimis (b) (Hari)
A	Pekerjaan Pendahuluan	20	24	27
B	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	68	72	75
C	Pekerjaan Beton	85	90	92
D	Pekerjaan Lantai	74	78	80
E	Pekerjaan Dinding	91	96	98
F	Pekerjaan Elektrikal	19	24	26
G	Pekerjaan Pintu	56	60	62
H	Pekerjaan Sanitasi	37	42	44
I	Pekerjaan Pengecatan	25	30	32
J	Pekerjaan Lain-lain	5	12	13

Sumber : Hasil analisis estimasi waktu dengan metode PERT, 2023

Data sekunder adalah data yang diambil secara tidak langsung. Data sekunder ini diambil melalui data-data proyek, laporan-laporan proyek, dan buku-buku literatur yang umumnya berupa teori, informasi, konsep dasar atau metode-metode yang dapat menunjang ataupun mendukung penulisan penelitian ini, seperti *time schedule* maupun data-data pendukung lainnya. Adapun data yang didapatkan adalah penjadwalan proyek dengan menggunakan laporan mingguan. Untuk Uraian Kegiatan Proyek pelaksanaan proyek dapat dilihat pada Tabel 2.,

Tabel 2. Uraian Kegiatan Proyek

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)
A	Pekerjaan Pendahuluan	24
B	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	72
C	Pekerjaan Beton	90
D	Pekerjaan Lantai	78
E	Pekerjaan Dinding	96
F	Pekerjaan Elektrikal	24
G	Pekerjaan Pintu	60
H	Pekerjaan Sanitasi	42
I	Pekerjaan Pengecatan	30
J	Pekerjaan Lain-Lain	12

Sumber : Hope Consultan, 2021

Tahapan dan Alur Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan yang ada dalam sebuah penelitian dilakukan secara sistematis dan sesuai

dengan kebutuhan analisis yang diperlukan. Adapun tahapan-tahapan dan alur pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu, mulai menentukan objek penelitian dan menentukan pokok permasalahan serta melakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian.
2. Pada pengumpulan data terbagi dua yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa data *time schedule* dan uraian kegiatan proyek, sedangkan data primer berupa wawancara langsung kepada pihak pelaksana proyek terkait durasi waktu pesimis, waktu yang paling mungkin, dan durasi waktu optimis.
3. Untuk pengolahan data pada analisis penjadwalan dengan metode PDM dan PERT, dilakukan dengan perhitungan ES, EF, ES dan LF serta perhitungan lintasan kritis dan perhitungan normal Z Value dan Probabilitas.
4. Membuat diagram PDM dan PERT serta membandingkan metode PDM dan PERT pada penelitian.
5. Menentukan perbandingan metode PDM dan PERT.
6. menyimpulkan hasil dari analisis PDM dan PERT serta saran dari hasil penelitian.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Metode PDM

PDM memiliki empat hubungan logika ketergantungan antar kegiatan atau empat konstrain, yaitu *Finish to Start (FS)*, *Start to Start (SS)*, *Start to Finish (SF)*, dan *Finish to Finish (FF)*. Dari data Tabel 2, didapatkan hubungan ketergantungan kegiatan pada yang dapat dilihat pada Tabel 3, dengan jumlah hari kerja dalam satu minggu adalah selama 6 hari.

Tabel 3. Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan

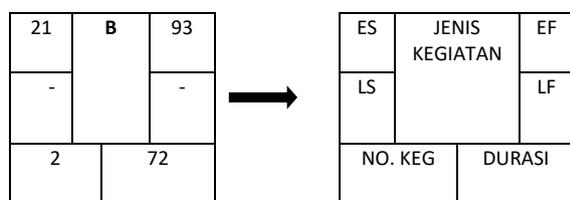
Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)	Tergantung	Jenis	LT (Lead Time)
A	Pekerjaan Pendahuluan	24	Start	-	-
B	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	72	A	SS	21
C	Pekerjaan Beton	90	B	SS	28
D	Pekerjaan Lantai	78	C	SS	21
E	Pekerjaan Dinding	96	C	SS	14
F	Pekerjaan Elektrikal	24	E	SS	91
G	Pekerjaan Pintu	60	E	SS	21
H	Pekerjaan Sanitasi	42	E	SS	63
I	Pekerjaan Pengecatan	30	E	SS	84
J	Pekerjaan Lain	12	H	FS	0

3.2 Perhitungan Maju

Perhitungan maju pada metode PDM untuk menghitung nilai *Earliest Start* (ES) dan nilai *Earliest Finish* (EF) menggunakan Persamaan 2.1 sampai 2.6. Berikut ini perhitungan maju masing-masing kegiatan:

- a. Kegiatan A (Pekerjaan Pendahuluan)
 $ES_A = 0$
 $EF_A = ES_A + D_A = 0 + 24 = 24$
- b. Kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi)
 $ES_B = ES_A + SS = 0 + 21 = 21$
 $EF_B = ES_B + D_B = 21 + 72 = 93$
- c. Kegiatan C (Pekerjaan Beton)
 $ES_C = ES_B + SS = 21 + 28 = 49$
 $EF_C = ES_C + D_C = 49 + 90 = 139$
- d. Kegiatan D (Pekerjaan Lantai)
 $ES_D = ES_C + SS = 49 + 21 = 70$
 $EF_D = ES_D + D_D = 70 + 78 = 148$
- e. Kegiatan E (Pekerjaan Dinding)
 $ES_E = ES_C + SS = 49 + 14 = 63$
 $EF_E = ES_E + D_E = 63 + 96 = 159$
- f. Kegiatan F (Pekerjaan Elektrikal)
 $ES_F = ES_E + SS = 63 + 91 = 154$
 $EF_F = ES_F + D_F = 154 + 24 = 178$
- g. Kegiatan G (Pekerjaan Pintu)
 $ES_G = ES_E + SS = 63 + 21 = 84$
 $EF_G = ES_G + D_G = 84 + 60 = 144$
- h. Kegiatan H (Pekerjaan Sanitasi)
 $ES_H = ES_E + SS = 63 + 63 = 126$
 $EF_H = ES_H + D_H = 126 + 42 = 168$
- i. Kegiatan I (Pekerjaan Pengecatan)
 $ES_I = ES_E + SS = 63 + 84 = 147$
 $EF_I = ES_I + D_I = 147 + 30 = 177$
- j. Kegiatan J (Pekerjaan Lain-lain)
 $ES_J = EF_H + FS = 168 + 0 = 168$
 $EF_J = ES_J + D_J = 168 + 12 = 180$

Dari hasil perhitungan maju di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PDM yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Maju Kegiatan C pada diagram dengan metode PDM

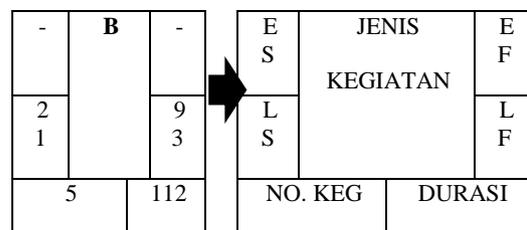
Dari Gambar 6 di jelaskan bahwa, ES (*Early Start*) kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi) adalah 21 hari dan EF (*Early Finish*) kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi) adalah 93 hari.

3.3 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur pada metode PDM untuk menghitung nilai LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*) Berikut ini perhitungan mundur masing-masing kegiatan:

- a. Kegiatan J (Pekerjaan Lain-lain)
 LF_J diperoleh dari kegiatan $LF_{Finish} = 180$
 $LS_J = LF_J - D_J = 180 - 12 = 168$
- b. Kegiatan I (Pekerjaan Pengecatan)
 LF_I diperoleh dari kegiatan LF_J
 $LS_I = LF_I - D_I = 180 - 30 = 150$
- c. Kegiatan H (Pekerjaan Sanitasi)
 $LF_H = LS_J - FS = 168 - 0 = 168$
 $LS_H = ES_H - D_H = 168 - 42 = 126$
- d. Kegiatan G (Pekerjaan Pintu)
 LF_G diperoleh dari kegiatan $LF_J = 180$
 $LF_G = LF_G + D_G = 180 - 78 = 102$
- e. Kegiatan F (Pekerjaan Elektrikal)
 LF_F diperoleh dari kegiatan $LF_J = 180$
 $LF_F = ES_F + D_F = 180 - 24 = 156$
- f. Kegiatan E (Pekerjaan Dinding)
 $LS_E = LS_H - SS = 126 - 63 = 63$
 $LS_E = LF + D_E = 63 - 96 = -33$
- g. Kegiatan D (Pekerjaan Lantai)
 LF_D diperoleh dari kegiatan $LF_J = 180$
 $LS_D = LS_D - D_D = 180 - 78 = 102$
- h. Kegiatan C (Pekerjaan Beton)
 $LS_C = LS_E - SS = 63 - 14 = 49$
 $LF_C = LS_C - D_C = 49 + 90 = 139$
- i. Kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi)
 $LS_B = LS_C - SS = 49 - 28 = 21$
 $LF_B = ES_B - D_B = 21 + 72 = 93$
- j. Kegiatan A (Pekerjaan Pendahuluan)
 $LS_A = LS_B - SS = 21 - 21 = 0$
 $LF_A = LS_A + D_A = 0 + 24 = 24$

Dari hasil perhitungan mundur di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PDM yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Perhitungan Mundur Kegiatan E pada diagram dengan metode PDM

3.4 Diagram Metode PDM

Dari Gambar 7 dapat di jelaskan bahwa, LS (*Late Start*) kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi) adalah 21 hari dan LF (*Late Finish*) kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi) adalah 93 hari.

3.5 Metode PERT

Dari data estimasi waktu pada Tabel 3.1, maka dapat dicari nilai *te* (waktu yang diharapkan) dengan menggunakan Persamaan 2.16 pada Bab II.

Perhitungan *te* (waktu yang diharapkan) :

Kegiatan (A) Pekerjaan Pendahuluan

- a. Nilai a = 20 Hari
- b. Nilai m = 24 Hari
- c. Nilai b = 27 Hari

Dengan Persamaan 2.16 :

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

$$te = \frac{20+4(24)+27}{6} = 23.8 \text{ Hari}$$

Maka dapat nilai *te* untuk masing-masing kegiatan dalam bentuk Tabel 4.

Tabel 4. Nilai waktu yang diharapkan (*te*)

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)
A	Pekerjaan Pendahuluan	23.8
B	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	71.8
C	Pekerjaan Beton	89.5
D	Pekerjaan Lantai	77.6
E	Pekerjaan Dinding	95.5
F	Pekerjaan Elektrikal	23.5
G	Pekerjaan Pintu	59.6
H	Pekerjaan Sanitasi	41.5
I	Pekerjaan Pengecatan	29.5
J	Pekerjaan Lain-lain	11

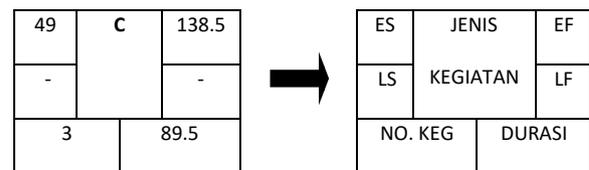
Sumber : Hasil Perhitungan Metode PERT, 2023

Dari hasil perhitungante (waktu yang diharapkan) pada Tabel 4. adalah untuk menentukan durasi waktu masing-masing kegiatan Proyek Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan, Kecamatan Kualuh Hulu, Kabupaten Labuhan Batu Utara. Perhitungan ini menggunakan 3 probabilitas waktu dengan memperhitungkan hambatan dan kecepatan sehingga dapat menjadi pengendali dan evaluasi dalam proses pelaksanaan kegiatan proyek.

3.6 Perhitungan Maju

Perhitungan Maju Metode PERT menggunakan pendekatan dengan metode PDM, maka hubungan ketergantungan kegiatan sama dengan metode PDM pada Tabel 4.1 Perhitungan maju pada metode PERT untuk menghitung nilai *Earliest Start* (ES) dan nilai *Earliest Finish* (EF) menggunakan Persamaan Berikut ini perhitungan maju masing-masing kegiatan:

- a. Kegiatan A (Pekerjaan Pendahuluan)
 $ES_A = 0$
 $EF_A = ES_A + D_A = 0 + 23.8 = 23.8$
- b. Kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi)
 $ES_B = ES_A + SS = 0 + 21 = 21$
 $EF_B = ES_B + D_B = 21 + 71.8 = 92.8$
- c. Kegiatan C (Pekerjaan Beton)
 $ES_C = ES_B + SS = 21 + 28 = 49$
 $EF_C = ES_C + D_C = 49 + 89.5 = 138.5$
- d. Kegiatan D (Pekerjaan Lantai)
 $ES_D = ES_C + SS = 49 + 21 = 70$
 $EF_D = ES_D + D_D = 70 + 77.6 = 147.6$
- e. Kegiatan E (Pekerjaan Dinding)
 $ES_E = ES_C + SS = 49 + 14 = 63$
 $EF_E = ES_E + D_E = 63 + 95.5 = 158.5$
- f. Kegiatan F (Pekerjaan Elektrikal)
 $ES_F = ES_E + SS = 63 + 91 = 154$
 $EF_F = ES_F + D_F = 154 + 23.5 = 177.5$
- g. Kegiatan G (Pekerjaan Pintu)
 $ES_G = ES_E + SS = 63 + 21 = 84$
 $EF_G = ES_G + D_G = 84 + 59.6 = 143.6$
- h. Kegiatan H (Pekerjaan Sanitasi)
 $ES_H = ES_E + SS = 63 + 63 = 126$
 $EF_H = ES_H + D_H = 126 + 41.5 = 167.5$
- i. Kegiatan I (Pekerjaan Pengecatan)
 $ES_I = ES_E + SS = 63 + 84 = 147$
 $EF_I = ES_I + D_I = 147 + 29.5 = 176.5$
- j. Kegiatan J (Pekerjaan Lain-lain)
 $ES_J = EF_H + FS = 167.5 + 0 = 167.5$
 $EF_J = ES_J + D_J = 167.5 + 11 = 178.5$



Gambar 8. Hasil Perhitungan Maju Kegiatan C pada diagram dengan menggunakan metode PERT

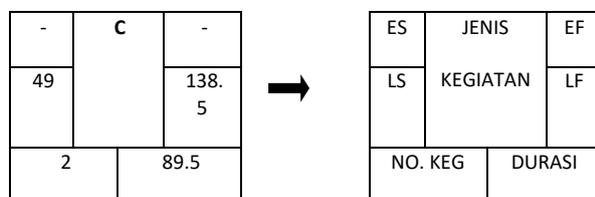
Dari Gambar 8 dapat di jelaskan bahwa, ES (*Early Start*) kegiatan C (Pekerjaan Beton) adalah 49 hari dan EF (*Early Finish*) kegiatan C (Pekerjaan Beton) adalah 138.5 hari.

3.7 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur pada metode PERT untuk menghitung nilai *Latest Start*(LS) dan *Latest Finish* (LF) menggunakan Persamaan. Berikut ini perhitungan mundur masing-masing kegiatan:

- a. Kegiatan J (Pekerjaan Lain-lain)
 LF_J diperoleh dari kegiatan $LF_{Finish} = 178.5$
 $LF_J = LF_J - D_J = 178.5 - 11 = 167.5$
- b. Kegiatan I (Pekerjaan Pengecatan)
 LF_I diperoleh dari kegiatan $LF_J = 178.5$
 $LS_I = LF_I + D_I = 178.5 - 29.5 = 149$
- c. Kegiatan H (Pekerjaan Sanitasi)
 $LF_H = LS_J - FS = 167.5 - 0 = 167.5$
 $LS_H = ES_H - D_H = 167.5 - 41.5 = 126$
- d. Kegiatan G (Pekerjaan Pintu)
 LF_G diperoleh dari kegiatan $LF_J = 178.5$
 $LS_G = LF_G - D_G = 178.5 - 59.6 = 118.9$
- e. Kegiatan F (Pekerjaan Elektrikal)
 LF_F diperoleh dari kegiatan $LF_J = 178.5$
 $LS_F = LF_F + D_F = 178.5 - 23.5 = 155$
- f. Kegiatan E (Pekerjaan Dinding)
 $LS_E = LS_H - SS = 126 - 63 = 63$
 $LF_E = LS_E - D_E = 63 - 95.5 = 158.5$
- g. Kegiatan D (Pekerjaan Lantai)
 LF_D diperoleh dari kegiatan $LS_J = 178.5$
 $LS_D = LF_D - D_D = 178.5 - 77.6 = 100.9$
- h. Kegiatan C (Pekerjaan Beton)
 $LS_C = LS_E - SS = 63 - 14 = 49$
 $LF_C = LS_C - D_C = 49 + 89.5 = 138.5$
- i. Kegiatan B (Pekerjaan Tanah dan Pondasi)
 $LS_B = LS_C - SS = 49 - 28 = 21$
 $LF_B = LS_B - D_B = 21 + 71.8 = 92.8$
- j. Kegiatan A (Pekerjaan Pendahuluan)
 $LS_A = LS_B - SS = 21 - 21 = 0$
 $LF_A = LS_A - D_A = 0 - 23.8 = 23.8$

Dari hasil perhitungan mundur di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PERT yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Perhitungan Mundur Kegiatan C pada diagram dengan menggunakan metode PERT

Dari Gambar 9 dapat di jelaskan bahwa, *Late Start* LS kegiatan C (Pekerjaan Beton) adalah 49 hari dan *Late Finish* LF kegiatan C (Pekerjaan Beton) adalah 138.5 hari

IV. KESIMPULAN

- 1. Metode PDM menerapkan pada segi tepat biaya karena menggunakan satu estimasi waktu yang bersifat pasti tanpa memperhitungkan hambatan yang terjadi, sedangkan metode PERT menerapkan pada segi tepat waktu dikarenakan menggunakan tiga estimasi waktu untuk masing-

masing kegiatan, yaitu waktu optimistik, paling mungkin dan pesimistik dimana dapat memperhitungkan kemungkinan terjadinya hambatan. Sehingga kedua metode sangat cocok diterapkan pada proyek Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan, Kecamatan Kualuh Hulu, Kabupaten Labuhan Batu Utara.

- 2. Lintasan kritis metode PDM sama dengan lintasan kritis metode PERT yaitu kegiatan pekerjaan pendahuluan, pekerjaan tanah dan pondasi, pekerjaan beton, pekerjaan dinding, pekerjaan sanitasi, dan pekerjaan lain-lain.
- 3. Dari hasil perhitungan metode PDM durasi proyek yaitu 180 hari sama dengan durasi kerja perencana. Dan hasil perhitungan metode PERT dengan durasi proyek 178 hari probabilitas 98% dan durasi proyek 179 hari memiliki probabilitas 99%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abrar, Husen. 2008. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek*. ANDI. Yogyakarta.
- [2]. Dadang. 2017. *Proyek Pembangunan Kaligesing Gunung Kidul*. Yogyakarta.
- [3]. Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. ANDI. Yogyakarta
- [4]. Handoko. 1999. *Manajemen*. BPFE. Yogyakarta.
- [5]. Maheresi. 2002. *Proyek Dalam Analisis Jaringan Kerja Untuk Menghailkan Produk Yang Unik Dan Hanya Dilakukan Dalam Periode Tertentu*. Surabaya.
- [6]. Prasetya, Lukiastuti. 2009. *Manajemen Operasi Edisi Pertama*. Madpress. Yogyakarta.
- [7]. Pujotomo. 2008. *Analisis Penjadalan Proyek Dengan Metode Preseden Diagram Proyek Pembangunan PT. Honey Lady Utama*. Universitas Diponegoro Semarang.
- [8]. 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.
- [9]. 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.
- [10]. Soeharto, Imam. 1999 *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid I*. Erlangga . Jakarta.
- [11]. Yuni Purwanti. (2013). *Analisis Metode Pert Untuk Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pandaan*. Universitas Jember. Jawa Timur.