

SIMULASI PERBEDAAN DURASI PELAKSANAAN PROYEK ANTARA METODE BARCHART DENGAN PDM DAN PERT

Yusrizal Lubis, Diana Suita

Lecturer S2, Universitas Harapan Medan (UnHar Medan),
Jl. H.M. Joni 7 C Medan, INDONESIA
yrizall@yahoo.com; dns1301@gmail.com

Abstrak

Keberhasilan suatu proyek konstruksi ditentukan oleh adanya langkah-langkah perencanaan yang baik dan sistematis dimana seluruh proses yang ada di dalamnya dapat diimplementasikan sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan dengan tingkat penyimpangan minimal serta hasil akhir maksimal. Manfaat perencanaan penjadwalan bagi proyek adalah untuk mengetahui keterkaitan antar durasi kegiatan yang diperlukan serta kaitannya dengan kegiatan kritis (jalur kritis), dan untuk mengetahui probabilitas waktu penyelesaian seluruh pekerjaan proyek. Penelitian ini untuk membandingkan penerapan metode Barchart, PDM dan PERT pada proyek konstruksi jalan yang menggunakan metode barchart dalam penjadwalannya. Dari hasil perhitungan pada proyek kasus dengan menggunakan dasar metode Barchart (150 hari) lalu dibandingkan dengan metode PDM dan PERT, didapatkan durasi keseluruhan kegiatan proyek adalah 122 hari kerja dengan metode PDM. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT dengan probabilitas 55%, dicapai durasi 120 hari, sementara dengan menggunakan metode PERT dengan probabilitas 99%, dicapai durasi 132 hari.

Kata-Kata Kunci : Durasi Pelaksanaan Proyek, Barchart , PDM, PERT

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

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.

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, namun pada metode ini tidak dapat diketahui keterkaitan antar kegiatan, kegiatan kritis dan 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. Penelitian ini menerapkan perbandingan metode PDM dengan PERT untuk menjawab permasalahan yang ada.

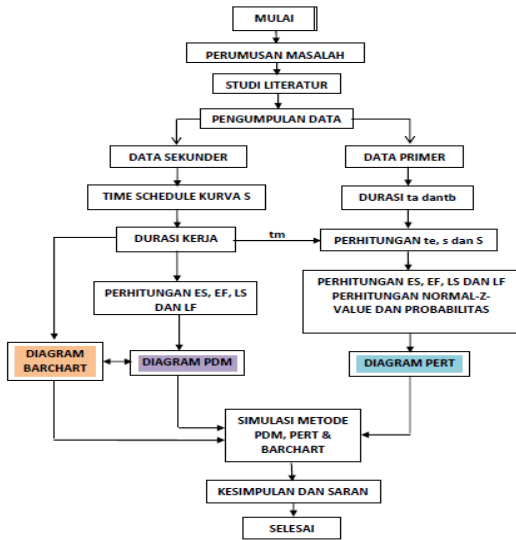
1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menganalisa proyek dengan metode PDM dan PERT
2. Bagaimana cara menentukan lintasan kritis dan durasi seluruh kegiatan proyek dengan metode PDM dan PERT
3. Bagaimana perbandingan penjadwalan yang dibuat dengan metode PDM dan PERT

1.3 Maksud dan Tujuan

1. Menganalisa penjadwalan proyek dengan metode PDM dan PERT
2. Mencari lintasan kritis dan probabilitas waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek dengan metode PDM dan PERT
3. Membuat perbandingan antara metode PDM dan PERT

1.4 Bagan Alir Penelitian (*Flowchart*)



II. Tinjauan Pustaka

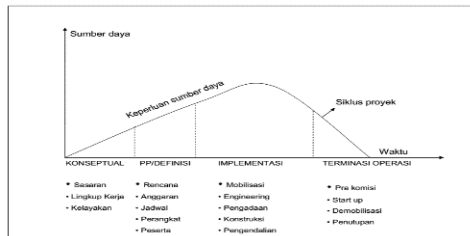
2.1 Pengertian Proyek

Berdasarkan pengertian proyek, ciri-ciri proyek antara lain :memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir, sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek, dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir, merupakan kegiatan yang tidak berulang, Proyek konstruksi dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu :

1. Bangunan gedung : rumah, kantor, pabrik, dan lain-lain
2. Bangunan sipil : jalan, jembatan, bendungan dan infrastruktur lainnya

2.2 Tahap Siklus Proyek

Kegiatan suatu proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis dan intensitas kegiatannya meningkat hingga ke titik puncak, lalu turun, dan berakhir, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa tenaga kerja dan tenaga ahli, biaya, material dan peralatan serta metode pelaksanaan.



Gambar 1. Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu Dalam Siklus Proyek (Sumber: Imam Soeharto, 1999)

Waktu Dalam Siklus Proyek (Sumber: Imam Soeharto, 1999)

Menurut Imam Soeharto (1999), salah satu sistematika penahapan yang disusun oleh PMI (*Project Management Institute*) terdiri dari :

- a. Tahap Konseptual
- b. Tahap PP/Definisi
- c. Tahap Implementasi
- d. Tahap Terminasi

2.3 Metode Penjadwalan Proyek

Perencanaan merupakan proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi-asumsi mengenai keadaan di masa yang akan datang untuk merumuskan kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Menurut Imam Soeharto (1999), “Tiga unsur utama yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan adalah waktu (*time*), biaya (*cost*), dan mutu (*quality*). Dengan perencanaan yang tepat maka seluruh kegiatan proyek dapat dimulai dan selesai dengan alokasi waktu yang cukup, biaya serendah mungkin dan mutu yang dapat diterima. Dalam perencanaan proyek seorang pengambil keputusan dihadapkan pada pilihan dalam menetapkan sumber daya yang tepat. Salah satu bagian perencanaan adalah penjadwalan (*scheduling*), di mana penjadwalan ini merupakan gambaran dari suatu proses penyelesaian dan pengendalian proyek. “Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.” (Husen, 2009). Penjadwalan merupakan fase penterjemahan suatu perencanaan ke dalam suatu bentuk diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya bisa disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditetapkan. Ada beberapa metode dalam pembuatan penjadwalan proyek konstruksi, antara lain menggunakan metode *Bar Charts*, *Kurva S*, *Network Diagram (CPM, PDM dan PERT)*, *LoB* dan lainnya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan 2 metode penjadwalan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, yaitu metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*).

2.4 PDM (Precedence Diagram Method)

PDM dikembangkan pada tahun 1960-an oleh Angkatan Laut AS yang bekerjasama dengan Profesor Dr. John Fondahl dari *Stanford University* untuk mengembangkan metode perhitungan CPM (*Critical Path Method*) yang juga akan memecahkan penggunaan “*Dummy*” dependensi. Dr. Fondahl membalik metode diagram AOA ke metode AON secara tradisional yang dikenal dengan *precedence method*. Pada mulanya hanya ada hubungan FS saja. Proposal Dr Fondahl diterbitkan sekitar tahun 1977 di *Western Construction*. Segera setelah itu, IBM

mengembangkan program komputer yang mengoperasikan perhitungan *precedence network*.

Precedence diagram sebenarnya adalah pengembangan dari *bar chart*. Kadang-kadang bahkan skala waktu kegiatan dan kalender ditempatkan di bagian atas, hal ini tentu saja adalah jadwal bukan logika diagram yang bukan skala waktu atau memiliki garis kalender. Pada periode tahun 1980-2000 kemampuan komputer diperluas sehingga banyak atribut tambahan yang ditambahkan ke jaringan PDM dasar analisis program, seperti beberapa jenis hubungan, *lag* dan *lead time values* pada dependensi, beberapa kalender, dan beberapa sumber daya pada kegiatan. Penggunaan fungsi-fungsi ini benar-benar membutuhkan pelatihan tingkat tinggi dan pengalaman dalam penjadwalan konstruksi.

Menurut Ervianto (2005) "Kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Di sini anak panah (*Arrow*) merupakan hubungan logis antar kegiatan.



Gambar 2. Activity On Node (AON)
(Sumber: Iman Soeharto, 1999)

2.5 Urutan Penggunaan Metode PDM

Berikut ini urutan dalam penggunaan metode PDM:

1. Menentukan durasi waktu masing-masing kegiatan proyek.
2. Menentukan urutan kegiatan awal pelaksanaan proyek sampai dengan selesainya seluruh kegiatan.
3. Menentukan hubungan antar kegiatan (konstrain) yaitu SS, SF, FS dan FF.
4. Melakukan perhitungan maju dan mundur untuk menentukan nilai ES, EF, LS dan LF.
5. Menentukan lintasan kritis.
6. Membuat diagram PDM
7. Menentukan durasi waktu seluruh penyelesaian kegiatan proyek

2.6 PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

PERT dikembangkan sejak tahun 1958 oleh Booz, Allen, dan Hamilton untuk Angkatan Laut

AS dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System* yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air (Prasetya dan Lukiastuti, 2009 : 33). PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan. Berbeda dengan PDM yang menggunakan perkiraan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik (satu angka yang mencerminkan adanya kepastian), PERT menggunakan pendekatan probabilistik yang dirancang untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainly*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Iman Soeharto, 1999 : 267). PERT aslinya berasal dari *activity on arrow* (AOA) network atau lebih dikenal dengan nama CPM. Namun, sekarang ini beberapa orang mulai menggunakan PERT sebagai *activity on node* (AON) network atau yang lebih dikenal dengan nama PDM (Mawdesley, dkk, 1997 : 181).

2.7 Urutan Penggunaan Metode PERT

Berikut ini urutan langkah-langkah metode PERT:

1. Menentukan durasi waktu masing-masing kegiatan proyek (m).
2. Menentukan durasi waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b) masing-masing kegiatan proyek dengan memperhitungkan hambatan yang akan terjadi.
3. Menghitung durasi waktu yang diharapkan (te) masing-masing kegiatan proyek.
4. Menentukan urutan kegiatan awal pelaksanaan proyek sampai dengan selesainya seluruh kegiatan.
5. Menentukan hubungan antar kegiatan (konstrain) yaitu SS, SF, FS dan FF.
6. Melakukan perhitungan maju dan mundur untuk menentukan nilai ES, EF, LS dan LF.
7. Menentukan lintasan kritis.
8. Membuat diagram PERT
9. Menghitung standar deviasi kegiatan kritis (s) dan jumlah standar deviasi seluruh kegiatan kritis (S)
10. Menghitung nilai probabilitas (Z)
11. Menentukan durasi waktu penyelesaian seluruh kegiatan proyek dengan menggunakan kurva dan tabel distribusi normal

III. Metodologi Penelitian

3.1 Data Proyek

Proyek Reservasi dan Rehabilitasi Jalan & Jembatan Sinabang-Lasikin-Inor-Nasreuhe

Profil proyek konstruksi :

Tanggal Kontrak : 24 Januari 2018
 Nilai Kontrak : Rp. 4.911.358.000,-
 Waktu Pelaksanaan : 150 hari kalender
 Provinsi : Nangrou Aceh Darussalam
 Sumber Dana : APBN
 Kontraktor Pelaksana : PT. Gebrina Fajar Sejati

3.2 Jenis Data

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, yaitu pada proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Sinabang-Lasikin-Inor-Nasreuhe. Data ini diperoleh langsung terhadap kondisi proyek dengan pihak-pihak terkait, antara lain staf proyek, pelaksana lapangan, dan para ahli yang berpengalaman dibidangnya. Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan data *schedule* yang berasal dari proyek.

Data tersebut digunakan untuk metode PERT, data durasi m didapatkan dari data proyek yang ada (data sekunder kurva S), sedangkan untuk data durasi a dan b, didapatkan dari hasil wawancara. Data durasi PERT yang diperoleh pada proyek adalah sebagai berikut:

b. Data Sekunder

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 tugas akhir ini, seperti *time schedule* maupun data-data pendukung lainnya. Adapun data yang didapatkan adalah penjadwalan proyek dengan menggunakan kurva-S. Untuk menyederhanakan tampilan data, maka dibuatlah tabel durasi setiap kegiatan proyek

Tabel 1. Estimasi Waktu Pada Metode PERT

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi Optimis (a) (Hari)	Durasi yg Paling Mungkin (m) (Hari)	Durasi Pesimis (b) (Hari)
Umum				
A	Mobilisasi	18	20	25
A1	Demobilisasi	6	12	14
Drainase				
B	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	10	16	18
Pekerjaan Tanah				
C	Galian Biasa	18	23	28
D	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Mac.	17	23	26
E	Timbunan biasa dari sumber galian	17	22	24
F	Penyiapan Badan jalan	19	22	25
Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan				
G	Lapis pondasi aggregate kelas A	24	28	30
H	Lapis pondasi aggregate kelas B	24	28	32
I	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	12	16	20
J	Lapis Resap Pengikat	4	6	7
K	Laston lapis antara (AC-BC)	5	6	8
Perkerasan Aspal				
L	Lapis resap pengikat - Aspal cair	4	6	8
M	Lapis perekat - Aspal cair	20	25	27
N	Laston lapis aus (AC-WC)	19	21	25
O	Laston lapis antara Perata (AC-BC(L))	4	6	7
Pekerjaan Struktur				
P	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	28	31	34
Q	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175)	28	31	34
R	Beton mutu rendah dengan f'c = 10 Mpa (K-125)	10	14	16
S	Baja tulangan BJ 24 polos	28	31	34
Perkuatan dan Pek. Minor				
T	Lapis pondasi aggregate kelas A untuk Pek. Minor	14	25	28
U	Campuran aspal panas untuk pek. Minor	4	6	7
V	Marka jalan termoplastik	4	6	7

Tabel 2. Uraian kegiatan proyek

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)
Umum		
A	Mobilisasi	20
A1	Demobilisasi	12
Drainase		
B	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	16
Pekerjaan Tanah		
C	Galian Biasa	23
D	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	23
E	Timbunan biasa dari sumber galian	22
F	Penyiapan Badan jalan	22
Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan		
G	Lapis pondasi aggregate kelas A	28
H	Lapis pondasi aggregate kelas B	28
I	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	16
J	Lapis Resap Pengikat	6
K	Laston lapis antara (AC-BC)	6
Perkerasan Aspal		
L	Lapis resap pengikat - Aspal cair	6
M	Lapis perekat - Aspal cair	25
N	Laston lapis aus (AC-WC)	21
O	Laston lapis antara Perata (AC-BC(L))	6
Pekerjaan Struktur		
P	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	31
Q	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175)	31
R	Beton mutu rendah dengan f'c = 10 Mpa (K-125)	14
S	Baja tulangan BJ 24 polos	31
Perkuatan dan Pek. Minor		
T	Lapis pondasi aggregate kelas A untuk Pek. Minor	25
U	Campuran aspal panas untuk pek. Minor	6
V	Marka jalan termoplastik	6

3.3 Metode PDM

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*). Dari data Tabel 2, didapatkan hubungan ketergantungan kegiatan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan ketergantungan antar kegiatan

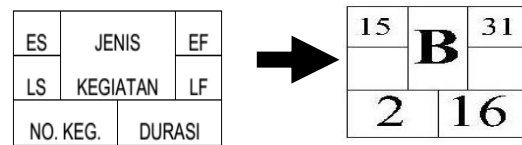
Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi (Hari)	Tergantung	Overlap	
				Jenis	LT
Umum					
A	Mobilisasi	20	Start	-	-
A1	Demobilisasi	12	A	FS	88
			V	SS	0
Drainase					
B	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	16	A	SS	15
Pekerjaan Tanah					
C	Galian Biasa	23	A	FS	0
D	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Mac.	23	A	FS	0
E	Timbunan biasa dari sumber galian	22	C	SS	6
F	Penyiapan Badan jalan	22	D	SS	6
			E	SS	0
Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan					
G	Lapis pondasi aggregate kelas A	28	H	SS	6
H	Lapis pondasi aggregate kelas B	28	F	SS	5
I	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	16	N	FS	0
J	Lapis Resap Pengikat	6	G	FS	0
K	Laston lapis antara (AC-BC)	6	J	SS	0
Perkerasan Aspal					
L	Lapis resap pengikat - Aspal cair	6	K	SS	0
M	Lapis perekat - Aspal cair	25	O	SS	0
N	Laston lapis aus (AC-WC)	21	M	SS	6
O	Laston lapis antara Perata (AC-BC(L))	6	L	SS	0
Pekerjaan Struktur					
P	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	31	Q	SS	0
Q	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175)	31	S	SS	0
R	Beton mutu rendah dengan f'c = 10 Mpa (K-125)	14	B	SS	0
S	Baja tulangan BJ 24 polos	31	R	SS	5
Perkuatan dan Pek. Minor					
T	Lapis pondasi aggregate kelas A untuk Pek. Minor	25	A	FS	0
U	Campuran aspal panas untuk pek. Minor	6	T	FS	30
V	Marka jalan termoplastik	6	N	FS	16

3.4 Perhitungan Maju

- Kegiatan A (Mobilisasi)
 - $ES_A = 0$
 - $EF_A = ES_A + D_A = 0 + 20 = 20$
- Kegiatan B (Galian untuk selokan drainase dan saluran air)
 - $ES_B = ES_A + SS = 0 + 15 = 15$
 - $EF_B = ES_B + D_B = 15 + 16 = 31$
- Kegiatan C (Galian biasa)
 - $ES_C = EF_A + FS = 20 + 0 = 20$
 - $EF_C = ES_C + D_C = 20 + 23 = 43$
- Kegiatan D (Galian perkerasan beraspal tanpa cold milling machine)
 - $ES_D = EF_A + SS = 20 + 0 = 20$
 - $EF_D = ES_D + D_D = 20 + 23 = 43$
- Kegiatan E (Timbunan biasa dari sumber galian)
 - $ES_E = ES_C + SS = 20 + 6 = 26$
 - $EF_E = ES_E + D_E = 26 + 22 = 48$
- Kegiatan F (Penyiapan badan jalan)
 - $ES_D + SS = 20 + 6 = 26$
 - $ES_E + SS = 26 + 0 = 26$
 - maka : } Diambil nilai terbesar
 - $ES_F = 26$
 - $EF_F = ES_F + D_F = 26 + 22 = 48$
- Kegiatan H (Lapis pondasi aggregate kelas B)
 - $ES_H = ES_F + SS = 26 + 5 = 31$
 - $EF_H = ES_H + D_H = 31 + 28 = 59$
- Kegiatan G (Lapis pondasi aggregate kelas A)
 - $ES_G = ES_H + SS = 31 + 6 = 37$
 - $EF_G = ES_G + D_G = 37 + 28 = 65$
- Kegiatan J (Lapis resap pengikat)
 - $ES_J = EF_G + FS = 65 + 0 = 65$
 - $EF_J = ES_J + D_J = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan K (Laston lapis antara (AC-BC))
 - $ES_K = ES_J + SS = 65 + 0 = 65$
 - $EF_K = ES_K + D_K = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan L (Lapis resap pengikat – aspal cair)
 - $ES_L = ES_K + SS = 65 + 0 = 65$
 - $EF_L = ES_L + D_L = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan O (Laston lapis antara perata (AC-BC(L)))
 - $ES_O = ES_L + SS = 65 + 0 = 65$
 - $EF_O = ES_O + D_O = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan M (Lapis perekat – aspal cair)
 - $ES_M = ES_O + SS = 65 + 0 = 65$
 - $EF_M = ES_M + D_M = 65 + 25 = 90$
- Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))
 - $ES_N = ES_M + SS = 65 + 6 = 71$
 - $EF_N = ES_N + D_N = 71 + 21 = 92$
- Kegiatan I (Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan)
 - $ES_I = EF_N + FS = 92 + 0 = 92$
 - $EF_I = ES_I + D_I = 92 + 16 = 108$
- Kegiatan R (Beton mutu rendah dengan $fc' = 10$ Mpa (K-125))
 - $ES_R = ES_B + SS = 15 + 0 = 15$
 - $EF_R = ES_R + D_R = 15 + 14 = 29$
- Kegiatan S (Baja tulangan BJ 24 polos)
 - $ES_S = ES_R + SS = 15 + 5 = 20$
 - $EF_S = ES_S + D_S = 20 + 31 = 51$

- Kegiatan Q (Beton mutu rendah dengan $fc' = 15$ Mpa (K-175))
 - $ES_Q = ES_S + SS = 20 + 0 = 20$
 - $EF_Q = ES_Q + D_Q = 20 + 31 = 51$
- Kegiatan P (Beton mutu sedang dengan $fc' = 20$ Mpa (K-250))
 - $ES_P = ES_Q + SS = 20 + 0 = 20$
 - $EF_P = ES_P + D_P = 20 + 31 = 51$
- Kegiatan T (Lapis pondasi aggregate kelas A untuk pek. minor)
 - $ES_T = EF_A + FS = 20 + 0 = 20$
 - $EF_T = ES_T + D_T = 20 + 25 = 45$
- Kegiatan U (Campuran aspal panas untuk pek. minor)
 - $ES_U = EF_T + FS = 45 + 30 = 75$
 - $EF_U = ES_U + D_U = 75 + 6 = 81$
- Kegiatan V (Marka jalan termoplastik)
 - $ES_V = EF_N + FS = 92 + 16 = 108$
 - $EF_V = ES_V + D_V = 108 + 6 = 114$
- Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - $EF_A + FS = 20 + 88 = 108$
 - $ES_V + SS = 108 + 0 = 108$
 - maka : } Diambil nilai terbesar
 - $ES_{A1} = 108$
 - $EF_{A1} = ES_{A1} + D_{A1} = 108 + 12 = 120$

Dari hasil perhitungan maju di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PDM yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Hasil hitungan maju kegiatan B pada diagram dengan metode PDM

3.5 Perhitungan Mundur

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

- Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 - LF_{A1} diperoleh dari kegiatan $LF_{FINISH} = 120$
 - $LS_{A1} = LF_{A1} - D_{A1} = 120 - 12 = 108$
- Kegiatan V (Marka jalan termoplastik)
 - $LS_V = LS_{A1} - SS = 108 - 0 = 108$
 - $LF_V = LS_V + D_V = 108 + 6 = 114$
- Kegiatan U (Campuran aspal panas untuk pek. minor)
 - LF_U diperoleh dari kegiatan $LF_{A1} = 120$
 - $LS_U = LF_U - D_U = 120 - 6 = 114$
- Kegiatan T (Lapis pondasi aggregate kelas A untuk pek. minor)
 - $LF_T = LS_U - FS = 114 - 30 = 84$
 - $LS_T = LF_T - D_T = 84 - 25 = 59$
- Kegiatan P (Beton mutu sedang dengan $fc' = 20$ Mpa (K-250))
 - LF_P diperoleh dari kegiatan $LF_{A1} = 120$
 - $LS_P = LF_P - D_P = 120 - 31 = 89$
- Kegiatan Q (Beton mutu rendah dengan $fc' = 15$ Mpa (K-175))

- $LS_Q = LS_P - SS = 89 - 0 = 89$
 $LF_Q = LS_Q + D_Q = 89 + 31 = 120$
- Kegiatan S (Baja tulangan BJ 24 polos)
 - $LS_S = LS_Q - SS = 89 - 0 = 89$
 - $LF_S = LS_S + D_S = 89 + 31 = 120$
- Kegiatan R (Beton mutu rendah dengan $f_c' = 10$ Mpa (K-125))
 - $LS_R = LS_S - SS = 89 - 5 = 84$
 - $LF_R = LS_R + D_R = 84 + 11 = 95$
- Kegiatan I (Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan)
 - LF_I diperoleh dari kegiatan $LF_{A1} = 120$
 - $LS_I = LF_I - D_I = 120 - 16 = 104$
- Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))
 - $LS_I - FS = 104 - 0 = 104$
 - $LS_V - FS = 108 - 16 = 92$

} Diambil nilai terkecil
maka :

 - $LF_N = 92$
 - $LS_N = LF_N - D_N = 92 - 21 = 71$
- Kegiatan M (Lapis perekat - aspal cair)
 - $LS_M = LS_N - SS = 71 - 6 = 65$
 - $LF_M = LS_M + D_M = 65 + 25 = 90$
- Kegiatan O (Laston lapis antara perata (AC-BC(L)))
 - $LS_O = LS_M - SS = 65 - 0 = 65$
 - $LF_O = LS_O + D_O = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan L (Lapis resap pengikat - aspal cair)
 - $LS_L = LS_O - SS = 65 - 0 = 65$
 - $LF_L = LS_L + D_L = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan K (Laston lapis antara (AC-BC))
 - $LS_K = LS_L - SS = 65 - 0 = 65$
 - $LF_K = LS_K + D_K = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan J (Lapis resap pengikat)
 - $LS_J = LS_K - SS = 65 - 0 = 65$
 - $LF_J = LS_J + D_J = 65 + 6 = 71$
- Kegiatan G (Lapis pondasi *aggregate* kelas A)
 - $LF_G = LS_J - FS = 65 - 0 = 65$
 - $LS_G = LF_G - D_G = 65 - 28 = 37$
- Kegiatan H (Lapis pondasi *aggregate* kelas B)
 - $LS_H = LS_G - SS = 37 - 6 = 31$
 - $LF_H = LS_H + D_H = 31 + 28 = 59$
- Kegiatan F (Penyiapan badan jalan)
 - $LS_F = LS_H - SS = 31 - 5 = 26$
 - $LF_F = LS_F + D_F = 26 + 22 = 48$
- Kegiatan E (Timbunan biasa dari sumber galian)
 - $LS_E = LS_F - SS = 26 - 0 = 26$
 - $LF_E = LS_E + D_E = 26 + 22 = 48$
- Kegiatan D (Galian perkerasan beraspal tanpa *cold milling machine*)
 - $LS_D = LS_F - SS = 26 - 6 = 20$
 - $LF_D = LS_D + D_D = 20 + 23 = 43$
- Kegiatan C (Galian biasa)
 - $LS_C = LS_E - SS = 26 - 6 = 20$
 - $LF_C = LS_C + D_C = 20 + 23 = 43$
- Kegiatan B (Galian untuk selokan drainase dan saluran air)
 - LF_B diperoleh dari kegiatan $LF_{A1} = 120$
 - $LS_R - SS = 84 - 0 = 84$

} Diambil nilai terkecil
maka :

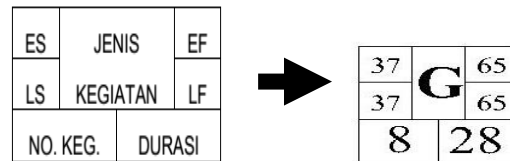
 - $LS_B = 84$
 - $LF_B = LS_B + D_B = 84 + 16 = 100$

- Kegiatan A (Mobilisasi)
 - $LS_{A1} - FS = 108 - 88 = 20$
 - $LS_T - FS = 59 - 0 = 59$
 - $LS_D - FS = 20 - 0 = 20$
 - $LS_C - FS = 20 - 0 = 20$
 - $LS_B - SS = 84 - 15 = 69$

} Diambil nilai terkecil
maka :

 - $LF_A = 20$
 - $LS_A = LF_A - D_A = 20 - 20 = 0$

Dari hasil perhitungan mundur di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PDM yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 4.



Gambar 4. Hasil hitungan mundur kegiatan G pada diagram dengan metode PDM

3.6 Metode PERT

Dari data estimasi waktu pada Tabel 3, maka dapat dicari nilai te (waktu yang diharapkan). Contoh perhitungan te (waktu yang diharapkan) :

Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))

- Nilai $a = 19$ hari
- Nilai $m = 21$ hari
- Nilai $b = 25$ hari

Dengan persamaan 2.18 :

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

$$te = \frac{19 + 4(21) + 25}{6} = 21,3 \text{ hari}$$

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

Tabel 4. Nilai Waktu yang Diharapkan (te)

Simbol Kegiatan	Jenis Kegiatan	te (Hari)
Umum		
A	Mobilisasi	20,5
A1	Demobilisasi	11,3
Drainase		
B	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	15,3
Pekerjaan Tanah		
C	Galian Biasa	23,0
D	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Mac.	22,5
E	Timbunan biasa dari sumber galian	21,5
F	Penyiapan Badan jalan	22,0
Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan		
G	Lapis pondasi <i>aggregate</i> kelas A	27,7
H	Lapis pondasi <i>aggregate</i> kelas B	28,0
I	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	16,0
J	Lapis Resap Pengikat	5,8
K	Laston lapis antara (AC-BC)	6,2
Perkerasan Aspal		
L	Lapis resap pengikat - Aspal cair	6,0
M	Lapis perekat - Aspal cair	24,5
N	Laston lapis aus (AC-WC)	21,3
O	Laston lapis antara Perata (AC-BC(L))	5,8
Pekerjaan Struktur		
P	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	31,0
Q	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	31,0
R	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 10$ Mpa (K-125)	13,7
S	Baja tulangan BJ 24 polos	31,0
Perkuatan dan Pek. Minor		
T	Lapis pondasi <i>aggregate</i> kelas A untuk Pek. Minor	23,7
U	Campuran aspal panas untuk pek. Minor	5,8
V	Marka jalan termoplastik	5,8

Sumber: Hasil Perhitungan Metode PERT, 2018

Hasil perhitungan te (waktu yang diharapkan) pada Tabel 4, adalah untuk menentukan durasi waktu masing-masing kegiatan proyek. Perhitungan ini menggunakan 3 probabilitas waktu

dengan memperhitungkan hambatan dan kecepatan sehingga dapat menjadi pengendali dan evaluasi dalam proses pelaksanaan kegiatan proyek.

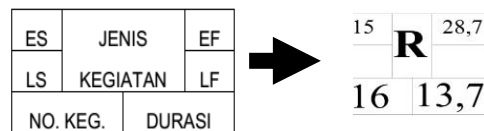
3.7 Perhitungan Maju

Metode PERT menggunakan pendekatan dengan metode PDM, maka hubungan ketergantungan kegiatan sama dengan metode PDM pada Tabel 4. Perhitungan maju pada metode PERT untuk menghitung nilai ES (Earliest Start) dan nilai EF (Earliest Finish). Berikut ini perhitungan maju masing-masing kegiatan:

- Kegiatan A (Mobilisasi)
 $ES_A = 0$
 $EF_A = ES_A + D_A = 0 + 20,5 = 20,5$
- Kegiatan B (Galian untuk selokan drainase dan saluran air)
 $ES_B = ES_A + SS = 0 + 15 = 15$
 $EF_B = ES_B + D_B = 15 + 15,3 = 30,3$
- Kegiatan C (Galian biasa)
 $ES_C = EF_A + FS = 20,5 + 0 = 20,5$
 $EF_C = ES_C + D_C = 20,5 + 23 = 43,5$
- Kegiatan D (Galian perkerasan beraspal tanpa cold milling machine)
 $ES_D = EF_A + FS = 20,5 + 0 = 20,5$
 $EF_D = ES_D + D_D = 20,5 + 22,5 = 43$
- Kegiatan E (Timbunan biasa dari sumber galian)
 $ES_E = ES_C + SS = 20,5 + 6 = 26,5$
 $EF_E = ES_E + D_E = 26,5 + 21,5 = 48$
- Kegiatan F (Penyiapan badan jalan)
 $ES_D + SS = 20,5 + 6 = 26,5$
 $ES_E + SS = 26,5 + 0 = 26,5$ } Diambil nilai terbesar
 maka :
 $ES_F = 26,5$
 $EF_F = EF_F + D_F = 26,5 + 22 = 48,5$
- Kegiatan H (Lapis pondasi aggregate kelas B)
 $ES_H = ES_F + SS = 26,5 + 5 = 31,5$
 $EF_H = ES_H + D_H = 31,5 + 28 = 59,5$
- Kegiatan G (Lapis pondasi aggregate kelas A)
 $ES_G = ES_H + SS = 31,5 + 6 = 37,5$
 $EF_G = ES_G + D_G = 37,5 + 27,7 = 65,2$
- Kegiatan J (Lapis resap pengikat)
 $ES_J = EF_G + FS = 65,2 + 0 = 65,2$
 $EF_J = ES_J + D_J = 65,2 + 5,8 = 71$
- Kegiatan K (Laston lapis antara (AC-BC))
 $ES_K = ES_J + SS = 65,2 + 0 = 65,2$
 $EF_K = ES_K + D_K = 65,2 + 6,2 = 71,4$
- Kegiatan L (Lapis resap pengikat – aspal cair)
 $ES_L = ES_K + SS = 65,2 + 0 = 65,2$
 $EF_L = ES_L + D_L = 65,2 + 6 = 71,2$
- Kegiatan O (Laston lapis antara perata (AC-BC(L)))
 $ES_O = ES_L + SS = 65,2 + 0 = 65,2$
 $EF_O = ES_O + D_O = 65,2 + 5,8 = 71$
- Kegiatan M (Lapis perekat – aspal cair)
 $ES_M = ES_O + SS = 65,2 + 0 = 65,2$
 $EF_M = ES_M + D_M = 65,2 + 24,5 = 89,7$
- Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))
 $ES_N = ES_M + SS = 65,2 + 6 = 71,2$
 $EF_N = ES_N + D_N = 71,2 + 21,3 = 92,5$

- Kegiatan I (Timbunan biasa dari selain sumber galian bahan)
 $ES_I = EF_N + FS = 92,5 + 0 = 92,5$
 $EF_I = ES_I + D_I = 92,5 + 16 = 108,5$
- Kegiatan R (Beton mutu rendah dengan $fc' = 10$ Mpa (K-125))
 $ES_R = ES_B + SS = 15 + 0 = 15$
 $EF_R = ES_R + D_R = 15 + 13,7 = 28,7$
- Kegiatan S (Baja tulangan BJ 24 polos)
 $ES_S = ES_R + SS = 15 + 5 = 20$
 $EF_S = ES_S + D_S = 20 + 31 = 51$
- Kegiatan Q (Beton mutu rendah dengan $fc' = 15$ Mpa (K-175))
 $ES_Q = ES_S + SS = 20 + 0 = 20$
 $EF_Q = ES_Q + D_Q = 20 + 31 = 51$
- Kegiatan P (Beton mutu sedang dengan $fc' = 20$ Mpa (K-250))
 $ES_P = ES_Q + SS = 20 + 0 = 20$
 $EF_P = ES_P + D_P = 20 + 31 = 51$
- Kegiatan T (Lapis pondasi aggregate kelas A untuk pek. minor)
 $ES_T = EF_A + FS = 20,5 + 0 = 20,5$
 $EF_T = ES_T + D_T = 20,5 + 23,7 = 44,2$
- Kegiatan U (Campuran aspal panas untuk pek. minor)
 $ES_U = EF_T + FS = 44,2 + 30 = 74,2$
 $EF_U = ES_U + D_U = 74,2 + 5,8 = 80$
- Kegiatan V (Marka jalan termoplastik)
 $ES_V = EF_N + FS = 92,5 + 16 = 108,5$
 $EF_V = ES_V + D_V = 108,5 + 5,8 = 114,3$
- Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 $EF_A + FS = 20,5 + 88 = 108,5$
 $ES_V + SS = 108,5 + 0 = 108,5$ } Diambil nilai terbesar
 maka :
 $ES_{A1} = 108,5$
 $EF_{A1} = ES_{A1} + D_{A1} = 108,5 + 11,3 = 119,8$

Dari hasil perhitungan maju di atas, dimasukkan ke dalam diagram metode PERT yang berbentuk segi empat pada masing-masing kegiatan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Hitungan Maju Kegiatan R Pada Diagram dengan Metode PERT

3.8 Perhitungan Mundur

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

- Kegiatan A1 (Demobilisasi)
 LF_{A1} diperoleh dari kegiatan $LF_{FINISH} = 119,8$
 $LS_{A1} = LF_{A1} - D_{A1} = 119,8 - 11,3 = 108,5$
- Kegiatan V (Marka jalan termoplastik)
 $LS_V = LS_{A1} - SS = 108,5 - 0 = 108,5$
 $LF_V = LS_V + D_V = 108,5 + 5,8 = 114,3$

- Kegiatan U (Campuran aspal panas untuk pek. minor)

LF_U diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_U = LF_U - D_U = 119,8 - 5,8 = 114$$

- Kegiatan T (Lapis pondasi *aggregate* kelas A untuk pek. minor)

$$LF_T = LS_U - FS = 114 - 30 = 84$$

$$LS_T = LF_T - D_T = 84 - 23,7 = 60,3$$

- Kegiatan P (Beton mutu sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250))

LF_P diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_P = LF_P - D_P = 119,8 - 31 = 88,8$$

- Kegiatan Q (Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175))

$$LS_Q = LS_P - SS = 88,8 - 0 = 88,8$$

$$LF_Q = LS_Q + D_Q = 88,8 + 31 = 119,8$$

- Kegiatan S (Baja tulangan BJ 24 polos)

$$LS_S = LS_Q - SS = 88,8 - 0 = 88,8$$

$$LF_S = LS_S + D_S = 88,8 + 31 = 119,8$$

- Kegiatan R (Beton mutu rendah dengan fc' = 10 Mpa (K-125))

$$LS_R = LS_S - SS = 88,8 - 5 = 83,8$$

$$LF_R = LS_R + D_R = 83,8 + 13,7 = 97,5$$

- Kegiatan I (Timbunan biasa dari selain sumber galian bahan)

LF_I diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_I = LF_I - D_I = 119,8 - 16 = 103,8$$

- Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))

$$LS_I - FS = 103,8 - 0 = 103,8$$

$$LS_V - FS = 108,5 - 16 = 92,5$$

maka :

$$LF_N = 92,5$$

$$LS_N = LF_N - D_N = 92,5 - 21,3 = 71,2$$

- Kegiatan M (Lapis perekat - aspal cair)

$$LS_M = LS_N - SS = 71,2 - 6 = 65,2$$

$$LF_M = LS_M + D_M = 65,2 + 24,5 = 89,7$$

- Kegiatan O (Laston lapis antara perata (AC-BC(L)))

$$LS_O = LS_M - SS = 65,2 - 0 = 65,2$$

$$LF_O = LS_O + D_O = 65,2 + 5,8 = 71$$

- Kegiatan L (Lapis resap pengikat - aspal cair)

$$LS_L = LS_O - SS = 65,2 - 0 = 65,2$$

$$LF_L = LS_L + D_L = 65,2 + 6 = 71,2$$

- Kegiatan K (Laston lapis antara (AC-BC))

$$LS_K = LS_L - SS = 65,2 - 0 = 65,2$$

$$LF_K = LS_K + D_K = 65,2 + 6,2 = 71,4$$

- Kegiatan J (Lapis resap pengikat)

$$LS_J = LS_K - SS = 65,2 - 0 = 65,2$$

$$LF_J = LS_J + D_J = 65,2 + 5,8 = 71$$

- Kegiatan G (Lapis pondasi *aggregate* kelas A)

$$LF_G = LS_J - FS = 65,2 - 0 = 65,2$$

$$LS_G = LF_G - D_G = 65,2 - 27,7 = 37,5$$

- Kegiatan H (Lapis pondasi *aggregate* kelas B)

$$LS_H = LS_G - SS = 37,5 - 6 = 31,5$$

$$LF_H = LS_H + D_H = 31,5 + 28 = 59,5$$

- Kegiatan F (Penyiapan badan jalan)

$$LS_F = LS_H - SS = 31,5 - 5 = 26,5$$

$$LF_F = LS_F + D_F = 26,5 + 22 = 48,5$$

- Kegiatan E (Timbunan biasa dari sumber galian)

$$LS_E = LS_F - SS = 26,5 - 0 = 26,5$$

$$LF_E = LS_E + D_E = 26,5 + 21,5 = 48$$

- Kegiatan D (Galian perkerasan beraspal tanpa *cold milling machine*)

$$LS_D = LS_F - SS = 26,5 - 6 = 20,5$$

$$LF_D = LS_D + D_D = 20,5 + 22,5 = 43$$

- Kegiatan C (Galian biasa)

$$LS_C = LS_E - SS = 26,5 - 6 = 20,5$$

$$LF_C = LS_C + D_C = 20,5 + 23 = 43,5$$

- Kegiatan B (Galian untuk selokan drainase dan saluran air)

LF_B diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_R - SS = 83,8 - 0 = 83,8$$

maka :

$$LS_B = 83,8$$

$$LF_B = LS_B + D_B = 83,8 + 15,3 = 99,1$$

- Kegiatan A (Mobilisasi)

$$LS_{A1} - FS = 108,5 - 88 = 20,5$$

$$LS_T - FS = 60,3 - 0 = 60,3$$

$$LS_D - FS = 20,5 - 0 = 20,5$$

$$LS_C - FS = 20,5 - 0 = 20,5$$

$$LS_B - SS = 83,8 - 15 = 68,8$$

maka :

$$LF_A = 20,5$$

$$LS_A = LF_A - D_A = 20,5 - 20,5 = 0$$

- Kegiatan A1 (Demobilisasi)

LFA₁ diperoleh dari kegiatan LFFINISH = 119,8

$$LS_{A1} = LFA_1 - DA_1 = 119,8 - 11,3 = 108,5$$

- Kegiatan V (Marka jalan termoplastik)

$$LS_V = LS_{A1} - SS = 108,5 - 0 = 108,5$$

$$LF_V = LS_V + D_V = 108,5 + 5,8 = 114,3$$

- Kegiatan U (Campuran aspal panas untuk pek. minor)

LF_U diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_U = LF_U - D_U = 119,8 - 5,8 = 114$$

- Kegiatan T (Lapis pondasi *aggregate* kelas A untuk pek. minor)

$$LF_T = LS_U - FS = 114 - 30 = 84$$

$$LS_T = LF_T - D_T = 84 - 23,7 = 60,3$$

- Kegiatan P (Beton mutu sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250))

LFP diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_P = LF_P - D_P = 119,8 - 31 = 88,8$$

- Kegiatan Q (Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175))

$$LS_Q = LS_P - SS = 88,8 - 0 = 88,8$$

$$LF_Q = LS_Q + D_Q = 88,8 + 31 = 119,8$$

- Kegiatan S (Baja tulangan BJ 24 polos)

$$LS_S = LS_Q - SS = 88,8 - 0 = 88,8$$

$$LF_S = LS_S + D_S = 88,8 + 31 = 119,8$$

- Kegiatan R (Beton mutu rendah dengan fc' = 10 Mpa (K-125))

$$LS_R = LS_S - SS = 88,8 - 5 = 83,8$$

$$LF_R = LS_R + D_R = 83,8 + 13,7 = 97,5$$

- Kegiatan I (Timbunan biasa dari selain sumber galian bahan)

LF_I diperoleh dari kegiatan LFA₁ = 119,8

$$LS_I = LF_I - D_I = 119,8 - 16 = 103,8$$

- Kegiatan N (Laston lapis aus (AC-WC))

$$LS_I - FS = 103,8 - 0 = 103,8$$

$$LS_V - FS = 108,5 - 16 = 92,5$$

maka :

$$LF_N = 92,5$$

$$LS_N = LF_N - D_N = 92,5 - 21,3 = 71,2$$

Diambil nilai terkecil

Diambil nilai terkecil

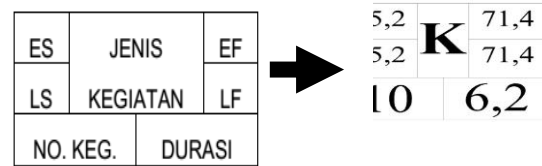
- Kegiatan M (Lapis perekat – aspal cair)
 $LSM = LSN - SS = 71,2 - 6 = 65,2$
 $LFM = LSM + DM = 65,2 + 24,5 = 89,7$
- Kegiatan O (Laston lapis antara perata (AC-BC(L)))
 $LSO = LSM - SS = 65,2 - 0 = 65,2$
 $LFO = LSO + DO = 65,2 + 5,8 = 71$
- Kegiatan L (Lapis resap pengikat – aspal cair)
 $LSL = LSO - SS = 65,2 - 0 = 65,2$
 $LFL = LSL + DL = 65,2 + 6 = 71,2$
- Kegiatan K (Laston lapis antara (AC-BC))
 $LSK = LSL - SS = 65,2 - 0 = 65,2$
 $LFK = LSK + DK = 65,2 + 6,2 = 71,4$
- Kegiatan J (Lapis resap pengikat)
 $LSJ = LSK - SS = 65,2 - 0 = 65,2$
 $LFJ = LSJ + DJ = 65,2 + 5,8 = 71$
- Kegiatan G (Lapis pondasi aggregate kelas A)
 $LFG = LSJ - FS = 65,2 - 0 = 65,2$
 $LSG = LFG - DG = 65,2 - 27,7 = 37,5$
- Kegiatan H (Lapis pondasi aggregate kelas B)
 $LSH = LSG - SS = 37,5 - 6 = 31,5$
 $LFH = LSH + DH = 31,5 + 28 = 59,5$
- Kegiatan F (Penyiapan badan jalan)
 $LSF = LSH - SS = 31,5 - 5 = 26,5$
 $LFF = LSF + DF = 26,5 + 22 = 48,5$
- Kegiatan E (Timbunan biasa dari sumber galian)
 $LSE = LSF - SS = 26,5 - 0 = 26,5$
 $LFE = LSE + DE = 26,5 + 21,5 = 48$
- Kegiatan D (Galian perkerasan beraspal tanpa cold milling machine)
 $LSD = LSF - SS = 26,5 - 6 = 20,5$
 $LFD = LSD + DD = 20,5 + 22,5 = 43$
- Kegiatan C (Galian biasa)
 $LSC = LSE - SS = 26,5 - 6 = 20,5$
 $LFC = LSC + DC = 20,5 + 23 = 43,5$

- Kegiatan B (Galian untuk selokan drainase dan saluran air)
 LFB diperoleh dari kegiatan LFA1 = 119,8
 $LSR - SS = 83,8 - 0 = 83,8$

- maka :
 $LSB = 83,8$
 $LFB = LSB + DB = 83,8 + 15,3 = 99,1$
- Kegiatan A (Mobilisasi)
 $LSA1 - FS = 108,5 - 88 = 20,5$
 $LST - FS = 60,3 - 0 = 60,3$
 $LSD - FS = 20,5 - 0 = 20,5$
 $LSC - FS = 20,5 - 0 = 20,5$
 $LSB - SS = 83,8 - 15 = 68,8$

- maka :
 $LFA = 20,5$
 $LSA = LFA - DA = 20,5 - 20,5 = 0$

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



Gambar 6. Hasil Hitungan Mundur Kegiatan K pada Diagram dengan Metode PERT

IV. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan sebelumnya, dengan perhitungan hasil durasi yang diperoleh berikut probabilitas dari mengkaji dan membandingkan metode perencanaan dan penjadwalan pada proyek konstruksi yang dimaksud, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Metode PDM menggunakan satu estimasi waktu yang bersifat pasti tanpa memperhitungkan hambatan yang terjadi dan lebih cocok digunakan untuk proyek yang berulang dan overlapping.
- 2 Metode PERT menggunakan 3 macam durasi waktu untuk masing-masing kegiatan, yaitu: a = durasi waktu optimistik, m = durasi waktu yang paling mungkin, dan b = durasi waktu pesimistik. Sehingga dapat memperhitungkan kemungkinan terjadinya hambatan. Cocok untuk evaluasi proyek dan analisis resiko.
- 3 Metode PDM menerapkan pada segi tepat biaya, sedangkan metode PERT menerapkan pada segi tepat waktu.
- 4 Lintasan kritis metode PDM yaitu A-C-D-E-F-H-G-J-K-L-O-M-N-V-A1 dan lintasan kritis metode PERT yaitu A-A1.
- 5 Dari hasil perhitungan metode PDM durasi proyek yaitu 122 hari sama dengan durasi kerja perencana. Dan hasil perhitungan metode PERT dengan durasi proyek 122 hari probabilitas 69 % dan durasi proyek 126 hari memiliki probabilitas 99%.

4.2 Saran

Dari analisis data dan pembahasan hasil serta kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, maka perlu dilakukan tindak lanjut sebagai berikut :

- 1 Perlu adanya penerapan dan penggunaan metode perencanaan dan penjadwalan proyek yang sesuai dengan karakteristik proyek.
- 2 Penyedia jasa konstruksi dan owner sebaiknya dapat mengetahui dan menerapkan metode PDM dan PERT sehingga dapat meminimalisir terjadinya keterlambatan dan kerugian dalam penyelesaian proyek

Daftar Pustaka

- [1] Ahuja Hira N, 1984, *Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*, John Wiley & Sons
- [2] Callahan Michael T, 1992, *Construction Project Scheduling*, McGraw-Hill, New York.
- [3] Harris, Robert Blynn, 1978, *Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction*, John Wiley & Sons, New York.
- [4] Laurence J Moore, 1976, *GERT Modeling and Simulation, Fundamentals and Applications*, 1st Edition, Petrocelli, NewYork.
- [5] Spinner, M Pete, 1992, *Elements of Project Management : Plan, Schedule & Control*, 2nd edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.