

---

---

## ANALISA PERENCANAAN WAKTU DENGAN METODE PERT PADA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG NEGARA PROVINSI PAPUA

Santje M. Iriyanto<sup>1</sup> dan Sopater Yosep Oktovianus Hommy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Santje M. Iriyanto, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, [santje\\_iriyanto@yahoo.com](mailto:santje_iriyanto@yahoo.com)

<sup>2</sup> Sopater Yosep Oktovianus Hommy, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

### ABSTRAK

Ketepatan menyelesaikan suatu proyek merupakan salah satu aspek yang dinilai pelanggan. Oleh sebab itu perusahaan memberi perhatian khusus dalam masalah penanganan dan pengendalian suatu proyek agar dapat mencapai target penyelesaian tanpa mengurangi kualitas yang telah di rencanakan.

Dalam proyek pembangunan gedung Negara, perencanaan akan aktivitas produksi sangatlah penting. Suatu proyek tidak akan terlaksana dengan baik apabila proyek tersebut tidak memiliki perencanaan yang baik. Karena dengan perencanaan yang kurang baik maka perusahaan akan mengalami kegagalan, dan itu akan membuat perusahaan akan mengalami kerugian baik dari segi waktu, biaya dan juga tenaga.

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana cara mendapatkan perencanaan penjadwalan dengan menggunakan bantuan program MS Project dan mendapatkan waktu yang optimum atau prosentase penyelesaian pada proyek pembangunan gedung Negara Provinsi Papua dengan metode PERT. Dengan tujuan untuk Mendapatkan jadwal pekerjaan dengan Microsoft Project dan Mendapatkan waktu yang optimum (mendapatkan besarnya prosentase penyelesaian proyek apabila waktu dipercepat) dengan metode PERT.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari PT MARTA TEKNIK TUNGGAL – PT. SINAR INDAH TOROA, JO yang menangani pekerjaan fisik pada Gedung Negara. Dengan data tersebut dapat dihitung jumlah total hari dengan Metode Precedence Diagram (PDM) dengan menggunakan bantuan Program MS Project. Pada metode PDM tahap-tahap penyelesaiannya yaitu menghitung durasi, membuat saling ketergantungan antar aktivitas, membuat jaringan kerja PDM dengan bantuan Program MS Project 2013, menentukan jalur kritis dengan MS Project 2013, membuat Kurva S Rencana. Dalam Analisa PERT tahap – tahap yang di lakukan yaitu menentukan nilai waktu optimum, waktu normal dan waktu pesimis, menentukan jalur kritis, menghitung waktu rata- rata dari ketiga dugaan waktu tersebut, Identifikasi kegiatan kritis, menghitung variasi nilai pada tiap – tiap item pekerjaan, menghitung nilai deviasi standar pada tiap – tiap item yang berada pada jalur kritis.

Dari hasil analisis penjadwalan proyek pembangunan gedung Negara Provinsi Papua dengan metode PDM didapatkan waktu pelaksanaan untuk waktu Optimis adalah 136 hari, waktu mungkin 193 hari dan waktu pesimis adalah 212 hari. Probabilitas kemungkinan berhasil untuk waktu optimis 136 hari adalah 0 %, untuk waktu mungkin adalah 50 % dan untuk waktu pesimis adalah 100 %.

**Kata kunci:** *ms project, precedence diagram metode, pert, gedung*

### 1. PENDAHULUAN

Ketepatan menyelesaikan suatu proyek merupakan salah satu aspek yang dinilai pelanggan. Oleh sebab itu perusahaan memberi perhatian khusus dalam masalah penanganan dan pengendalian suatu proyek agar dapat mencapai target penyelesaian tanpa mengurangi kualitas yang telah di rencanakan.

Beberapa metode telah di kembangkan untuk mengatasi hal ini, di antaranya adalah metode *network planning*. Metode *network planning* merupakan salah satu teknik yang dapat di gunakan manajer untuk membantu memutuskan berbagai masalah, khususnya pada proses perencanaan penjadwalan dan pengendalian proyek.

Dalam proyek pembangunan Gedung Negara, perencanaan akan aktivitas produksi sangatlah penting. Suatu proyek tidak akan terlaksana dengan baik apabila proyek tersebut tidak memiliki perencanaan yang baik. Karena dengan perencanaan yang kurang baik maka perusahaan akan mengalami kegagalan, dan itu akan membuat perusahaan akan mengalami kerugian baik dari segi waktu, biaya dan juga tenaga.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### PERT (*Project Evaluation Review Technique*)

“PERT adalah metode penjadwalan proyek yang berdasarkan jaringan waktu yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk setiap kejadian: optimis, paling mungkin dan pesimis. Dengan menggunakan tiga dugaan waktu ini, peluang penyelesaian proyek pada tanggal yang di tetapkan dapat di hitung, bersama dengan waktu mulai dan akhir standar untuk setiap kegiatan atau kejadian”.

Maksud dari ketiga dugaan tersebut adalah:

- Waktu Optimis (a)  
Yaitu merupakan waktu perkiraan kegiatan terbaik yang dapat di harapkan andai kata segala sesuatu berjalan dengan baik, .
- Waktu Paling Mungkin (m)  
Yaitu waktu kegiatan yang akan terjadi bila suatu kegiatan di laksanakan dalam kondisi normal, dengan penundaan- penundaan tertentu yang dapat di terima.
- Waktu Pesimis
- Yaitu merupakan waktu terjelek, andai kata bila terjadi hambatan atau penundaan yang banyak.

$$\frac{\text{vol} \times \text{jumlah OH} / 1m^3}{\text{jumlah tenaga kerja}} \quad (1)$$

### Langkah – Langkah Metode PERT

Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut (Stevens, 1990, pp.142-143) :

1. Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni *to* (*optimistic time*), *tp* (*pessimistic time*), dan *tm* (*most likely time*).
2. Korelasi waktu dengan continous distribution, serta menentukan *expected time* (*te*), standar deviasi (*se*), dan varian (*ve*).
3. *Expected time* (*te*) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.
4. Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut.

Hal-hal diatas memberi pemahaman terhadap PERT bahwa durasi aktivitas merupakan hal yang probabilistik. Asumsi PERT yang harus dilakukan adalah:

1. Masing-masing durasi aktivitas ditunjukkan sebagai *continous probability distribution* dengan durasi rata-rata, standar deviasi, dan varian yang dapat ditentukan.
2. Distribusi dari durasi jalur kritis dapat ditentukan dari durasi rata-rata, dan varian jalur kritis. Penentuan *to*, *tp*, dan *tm* merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan *te*. Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan *variable* durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan *statistical* data tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta

digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi (*te*), standar deviasi (*se*), dan varian (*ve*) PERT sebagai berikut:

$$te = (to + 4m + tp)/6 \tag{2}$$

$$se = (tp - to)/6 \tag{3}$$

$$ve = \{(tp - to)/6\}^2 \tag{4}$$

Dimana *te* adalah *Expected time* ; *tp* adalah *pesimistis time* ; *to* adalah *optimistis time* ; *se* adalah Standar deviasi ; *m* adalah *most likely* ; *ve* adalah Variansi.

**Precedence Diagram Metode (PDM)**

Diagram Percedence merupakan penyempurnaan dari diagram panah yang mana diagram panah, pada prinsipnya hanya menggunakan satu jenis hubungan akhir- awal (event- star relationship). Padahal kenyataan dalam pelaksanaan proyek konstruksi keterkaitan antara kegiatan dapat saja dalam beberapa bentuk hubungan antara lain:

- FS (*Finish To Star*): mulainya suatu kegiatan bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya , dengan waktu mendahului *lead*.



Gambar 1. Hubungan Finish to Star

- SS (*Start To Start*): mulainya suatu kegiatan bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya , dengan waktu mendahului *lag*.



Gambar 2. Hubungan Start to Start

- FF (*Finish To Finish*): selesainya suatu kegiatan bergantung pada selesai kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului *lead*.



Gambar 3. Hubungan Finish to Finish

- SF (*Star To Finish*): selesainya suatu kegiatan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu *lag*.



Gambar 4. Hubungan Start to Finish

- Float, waktu tenggan dari suatu kegiatan:
  - $TF ( Total Float ) = LF - ES - Durasi$  (5)
  - Untuk  $TF = 0$ , berarti aktifitas tersebut adalah aktifitas kritis.

Diagram Percedence dapat di peroleh dengan mudah dengan mengubah dari diagram panah dengan menempatkan aktivitas- aktivitas ke dalam node atau kotak. Kemudian baru digambarkan hubungan logikanya dengan garis- garis penghubung yang arah bacanya selali dari arah kiri ke kanan dan tidak boleh kembali ke kiri. Penggunaan anal panah juga diperkenankan tetapi hanya sebagai penghubung saja. Dari gambar di bawah ini dapat di lihat bahwa aktivitas *dummy* sudah tidak perlu lagi pada diagram *precedence*.

## Float dan Slack

### 1. Total Float/ Total Slack

Arti penting Total Float adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin. Total Float ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka total float yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan total float semua dikurangi bagian yang telah dipakai.

$$TF = LF - EF = LS - ES \quad (6)$$

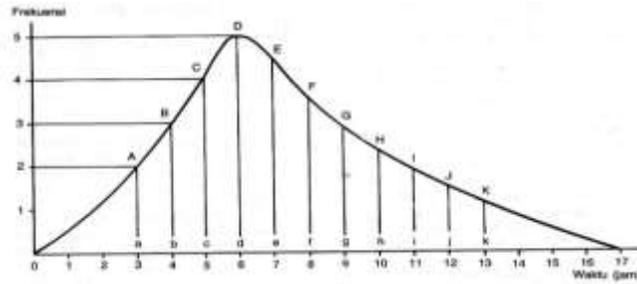
### 2. Free Float/ Free Slack

Free Float adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin. Besarnya Free Float suatu kegiatan adalah sama dengan sejumlah waktu dimana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda, tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja. Dengan katalain free float dimiliki oleh suatu kegiatan tertentu, sedangkan total float dimiliki kegiatan - kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan.

$$FF = (1-2) = ES (2-3) - EF (1-2) \quad (7)$$

## Teori Probabilitas

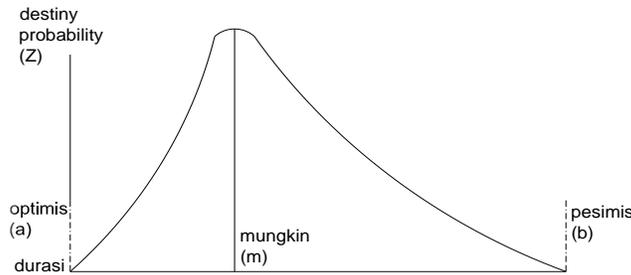
Tujuan menggunakan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan dibanding satu angka deterministik. *Teori probabilitas* dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut khususnya dan latar belakang dasar pemikiran metode PERT pada umumnya. Pada dasarnya teori *probabilitas* bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama seperti pada Gambar 15-2. Sumbu horisontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Misalnya kegiatan X dikerjakan berulang-ulang dengan kondisi yang sama, selesai dalam waktu 3 jam yang ditunjukkan oleh garis *aA*, yaitu 2 kali. Sedangkan yang selesai dalam waktu 4 jam adalah sebesar  $bB = 3$  kali dan kegiatan X yang selesai dalam 5 jam sebanyak  $cC = 4$  kali. Bila hal tersebut dilanjutkan dan dibuat garis yang menghubungkan titik-titik puncak dan seterusnya akan diperoleh garis lengkung yang disebut Kurva Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan X.



Gambar 5. Kurva Distribusi Frekuensi

**Kurva Distribusi dan Vriabel a,m dan b**

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari *a*, *b*, dan *m*. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah *m*, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka *a* dan *b* terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan .Kurva distribusi kegiatan seperti diatas pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta.



Gambar 6. Kurva distribusi asimetris (beta) a, m dan b

**Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (te)**

Setelah menentukan estimasi angka-angka *a*,*m* dan *b*, maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut *te* atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka *te* adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang ulang dalam jumlah yang besar. Seperti telah dijelaskan di muka, bila kurun waktu sesungguhnya bagi setiap pengulangan dan jumlah frekuensinya dicatat secara sistematis akan diperoleh kurva "beta distribusi". Lebih lanjut, dalam menentukan *te* dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (*a*) dan pesimistik (*b*) adalah sama. Sedang jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (*m*) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan :

$$te = (a + 4m + b) (1/6) \tag{8}$$

Bila garis tegak lurus dibuat melalui *te*, maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada di bawah kurva beta distribusi. Perlu ditekankan di sini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan (*te*) dengan kurun waktu paling mungkin (*m*). Angka *m* menunjukkan angka "terkaan" atau perkiraan oleh seorang estimator. Sedangkan *te* adalah hasil perhitungan dari rumus perhitungan matematis. Sebagai contoh misalnya dari estimator diperkirakan angka-angka sebagai berikut:

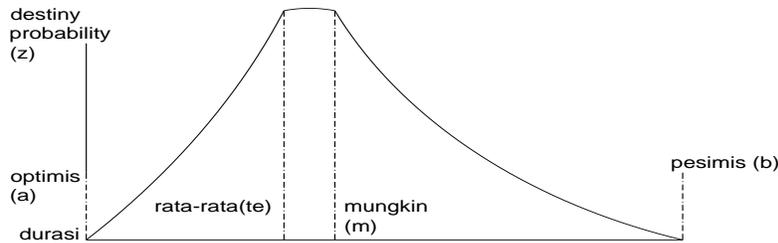
- Kurun waktu optimistic (*a*) = 4 hari.
- Kurun waktu paling mungkin (*m*) = 5 hari
- Kurun waktu pesimistik (*b*) = 9 hari

Maka angjka *te*:

$$te = (4 + 4 \times 5 + 9) (1/6)$$

$$= 5,5 \text{ hari}$$

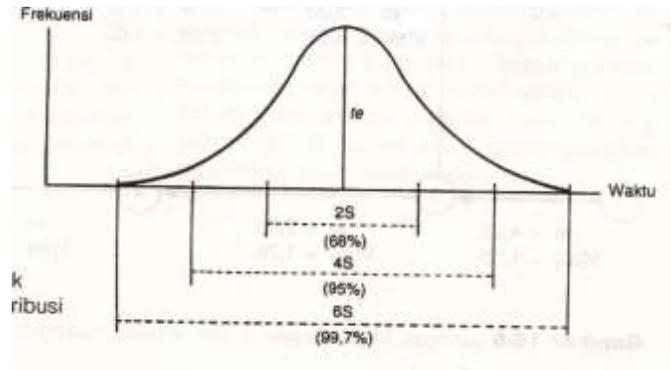
Dari contoh di atas ternyata angka kurun waktu yang diharapkan  $te = 5,5$  lebih besar dari kurun waktu paling mungkin  $m = 5,0$ . Angka  $te$  akan sama besar dengan  $m$  bilamana kurun waktu optimistik dan pesimistik terletak simetris terhadap waktu paling mungkin atau  $b - m = m - a$ . Ini dijumpai misalnya pada kurva distribusi normal berbentuk genta. Konsep  $te$  sebagai angka rata-rata (*meanvalue*) mempermudah perhitungan karena dapat dipergunakan sebagai satu angka deterministik, seperti pada CPM dalam mengidentifikasi jalur kritis, *float*, dan lain-lain.



**Gambar 7.** Kurva Distribusi Dengan Letak a,b,m dan te

**Deviasi Standar Peristiwa dan Varians Peristiwa V(TE)**

Diatas telah dibahas deviasi standar dan varians  $V(te)$  untuk kegiatan dalam metode PERT. Selanjutnya bagaimana halnya dengan titik waktu terjadinya peristiwa (*event time*). Menurut “J. Moder 1983” berdasarkan teori “Central Limit Theorem” maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian bersifat simetris disebut *Kurva Distribusi Normal*



**Gambar 8.** Kurva Distribusi Normal

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah :

- Seluas 68% arena dibawah kurva terletak dalam rentang 2S.
- Seluas 95% arena dibawah kurva terletak dalam rentang 4S.
- Seluas 99,7% arena dibawah kurva terletak dalam rentang 6S.

Menghitung Varians (V) dan Deviasi (S) , dengan rumus :

$$S = \sqrt{Ve} \tag{9}$$

### Target Jadwal Penyelesaian

Pada penyelenggaraan proyek sering di jumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang ditentukan. Pimpinan proyek acap kali menginginkan suatu analisis untuk mengetahui kemungkinan atau kepastian untuk mencapai target jadwal tersebut. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut

$$Z = \frac{Td - Te}{Se Lk} \quad (10)$$

$$Td = (Z \times Se Lk) + Te \quad (11)$$

Dimana Z adalah nilai pada tabel distribusi normal ; Td adalah target durasi ; Te adalah durasi proyek yang diharapkan selesai ; Se Lk adalah standard deviasi lintasan kritis

### Microsoft Project

*Microsoft Project* (atau MSP atau WinProj) adalah suatu manajemen proyek perangkat lunak program yang dikembangkan dan dijual oleh *Microsoft* yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja.

Aplikasi ini menciptakan jalur kritis jadwal, dan rantai kritis dan acara metodologi rantai-pihak ketiga Pengaya juga tersedia. Jadwal bisa menjadi sumber daya diratakan, dan rantai yang divisualisasikan dalam bagan Gantt. Selain itu, proyek dapat mengenali kelas yang berbeda dari pengguna. Kelas-kelas yang berbeda dari pengguna dapat memiliki perbedaan tingkat akses ke proyek, pandangan, dan data lainnya. Custom objek seperti kalender, pandangan, meja, filter, dan bidang disimpan dalam sebuah perusahaan global yang dimiliki oleh semua pengguna.

*Microsoft Project* adalah ketiga aplikasi perusahaan berbasis *Windows*, dan dalam beberapa tahun diperkenalkan itu menjadi berbasis PC yang dominan perangkat lunak manajemen proyek.

## 3. METODE PENELITIAN

### Metode Analisa

Metode yang digunakan dalam perencanaan jadwal pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Negara adalah metode PDM dengan bantuan MS Project 2013 dengan metode PERT.

#### Tahap Perencanaan dengan Metode PDM dan PERT

Data terkait yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menghitung durasi aktivitas yaitu: optimistis time, most likely time, dan pesimistis time.
2. Menghitung rata-rata durasi dengan formula :  

$$te = (to + 4m + tp) / 6$$
3. Menghitung varians menggunakan formula  

$$ve = \{(tp - to) / 6\}^2$$
4. Menentukan hubungan ketergantungan pada durasi Te
5. Membuat network diagram pada durasi Te dengan bantuan program MS Project 2013
6. Menentukan lintasan kritis dengan nilai Te dari network diagram.
7. Menghitung jumlah Ve pada lintasan kritis
8. Menghitung standard deviasi (S) pada lintasan kritis
9. Menghitung probabilitas pada durasi sebelum Te (durasi optimis) ., Te (durasi rata-rata) dan sesudah Te (durasi pesimis)
10. Membuat kurva S dari durasi probabilitas.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Perencanaan Durasi

Contoh perhitungan durasi :

Durasi rencana adalah waktu aktivitas yang paling mungkin dalam kondisi normal.

1. Pekerjaan persiapan
2. Pekerjaan galian

a. Pekerjaan Galian Tanah biasa: Volume = 2,209.73 m<sup>3</sup>

Satu (1) unit alat berat *excavator* Komatsu pc 200, dengan produktivitas sebagai berikut:

$$\frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_{s1}} \quad (12)$$

Dengan spesifikasi :

- Kapasitas backhoe V= 0.93 m<sup>3</sup>
- Faktor bucket Fb = 0.90
- Faktor efisiensi alat Fa = 0.83

Waktu siklus

- Menggali T1 = 0.50 menit
- Lain-lain T2 = 0.50 menit

$$T_{s1} = 1.00 \text{ menit}$$

Maka, produktivitas *backhoe*:

$$P = \frac{0.93 \times 0.90 \times 0.83 \times 60}{1.00}$$

$$P = 41.68 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi, 1 hari kerja menghasilkan 291.76m<sup>3</sup>/hari . dengan volume pekerjaan galian 2,209.73 m<sup>3</sup> durasi yang dibutuhkan adalah 7.57 hari  $\approx$  **8 hari** .

b. Pekerjaan Pasangan atau Plesteran

Pekerjaan Pasangan Batu Pondasi sp 1:4 , Volume = 253.33 m<sup>3</sup>

Menurut Basic dan Unit Price TA.2015 untuk 1 m<sup>3</sup>membutuhkan:

Pekerja	= 1.50	OH
Tukang	= 0.75	OH
K. Tukang	= 0.08	OH
Mandor	= 0.08	OH+
	= 2.41	OH

1 tim kerja di lapangan terdiri dari :

Pekerja	= 63	Org
Tukang	= 31	Org
K. Tukang	= 2	Org
Mandor	= 2	Org+
	= 98	Org

Maka durasi pekerjaan pasangan batu pondasi Sp 1:4 :

$$= \frac{\text{vol} \times \text{jumlah OH}/\text{1m}^3}{\text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$= \frac{253.33 \times 2.41}{98}$$

$$= 6.22 \approx \mathbf{7 \text{ hari}}$$

Untuk hasil perhitungan durasi normal , optimis, dan pesimis dapat dilihat pada lampiran. dari perhitungan diatas , maka diambil perhitungan durasi yang terbesar pada setiap sub pekerjaan seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi Durasi

No.	Item Pekerjaan	Durasi		
		Normal	Pesimis	Optimis
I.	Persiapan	13	14	11
II.	Tanah	31	33	29
III.	Pasangan dan Plesteran	22	26	18
IV.	Beton Bertulang	60	63	58
V.	Lantai dan keramik	7	9	6
VI.	Pintu dan Jendela	47	49	44
VII	Atap dan Plafond	28	33	25
VII I.	Pengecatan dan Finishing Dinding	67	68	65
IX.	Penggantung	4	4	3
X.	Mekanikal Elektrikal	78	80	77
XI.	Kitchen dan Sanitasi	10	12	9
XII	Lain - Lain	2	3	2

(Sumber : Hasil Analisis Penulis)

## Merencanakan Umur Proyek

### Menghitung Nilai $t_e$ dan $v$

Nilai  $t_e$  adalah nilai rata – rata kurun waktu yang di harapkan pada setiap item pekerjaan. Untuk menghitung nilai  $t_e$  di gunakan rumus sebagai berikut :

$$T_e = \left( \frac{a + 4m + b}{6} \right)$$

Keterangan :

$T_e$  = rata – rata waktu yang diharapkan

$a$  = waktu optimis

$m$  = waktu mungkin

$b$  = waktu pesimis

sebagai salah satu contoh perhitungan rata – rata Pekerjaan Beton bertulang dengan nilai :

$a$  = 58

$b$  = 63

$m$  = 60

maka,

$$T_e = \left( \frac{58 + (4 \times 60) + 63}{6} \right) = 50.55 \text{ hari}$$

Menghitung nilai  $v$

Untuk menghitung nilai varians dan deviasi standar ( $v$ ) di gunakan rumus sebagai berikut

$$v = \left( \frac{b-a}{6} \right)^2 \quad (13)$$

Keterangan :

$V$  = Varians

$a$  = waktu optimis

$b$  = waktu pesimis

sebagai salah satu contoh perhitungan rata – rata pekerjaan Beton Bertulang dengan nilai :

$a$  = 58

$b$  = 63

maka,

$$v = \left( \frac{63-58}{6} \right)^2 = 0.69$$

### Menentukan Hubungan Ketergantungan antar Kegiatan

Pada tahap ini ditentukan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya. Menyusun urutan atau hubungan antar kegiatan berdasarkan urutan ketergantungan. Setelah diketahui kegiatan yang termasuk dalam lingkup proyek hubungan ketergantungan antar kegiatan dapat ditentukan. Pada tahap penentuan hubungan antar kegiatan ini dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi *Microsoft Project 2013* dengan cara memasukkan kegiatan pendahulu di kolom predecessor. Contoh hubungan antar kegiatan dengan hubungan FS dan SS :

Hubungan antar kegiatan :

- Pekerjaan Tanah  
Kegiatan pendahulu : -  
Kegiatan pengikut : \*Pekerjaan Tanah
- Pekerjaan Beton Bertulang  
Kegiatan Pendahulu : \*Pekerjaan Tanah di kerjakan setelah 7 hari, dan kegiatan persiapan dikerjakan setelah 7 hari.

Untuk hubungan ketergantungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Hubungan Ketergantungan Menggunakan Waktu Te

No.	Item Pekerjaan	Ketergantungan	Waktu rata - rata
I	Persiapan		12.83
II	Tanah	I	31.00
III	Pasangan dan Plesteran	IVSS+30	22.00
IV	Beton Bertulang	ISS+7, 2SS+7	55.50
V	Lantai dan Keramik	IISS+2	7.17
VI	Pintu dan Jendela	IISS+2	46.83
VII	Atap dan Plafond	IV	28.33
VIII	Pengecatan dan Finishing Dinding	VISS+7,III	66.83
IX	Penggantung	VIII	3.83
X	Mekanikal dan Elektrikal	VII;IISS+7	78.17
XI	Kitchen dan Sanitasi	IISS+5	10.17
XII	Lain - lain	I,VIII,IX,X	2.17

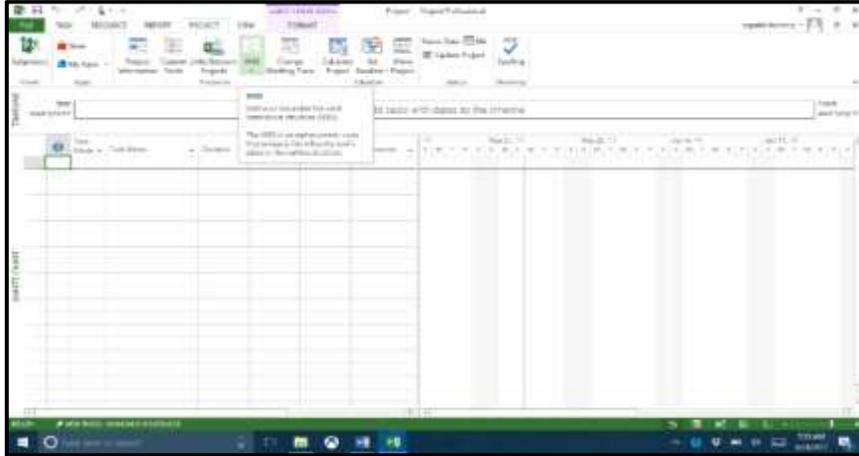
(Sumber : Hasil Analisis Penulis)

### Membuat Network Planing dengan MS Project 2013

Membuat *network planning* PDM untuk dari waktu  $T_e$  (waktu rata-rata) dengan bantuan program MS *Project* 2013. Langkah – langkah yang dilakukan dalam perencanaan dengan program MS *Project* adalah sebagai berikut.

1. Buka Program MS *Project* 2013

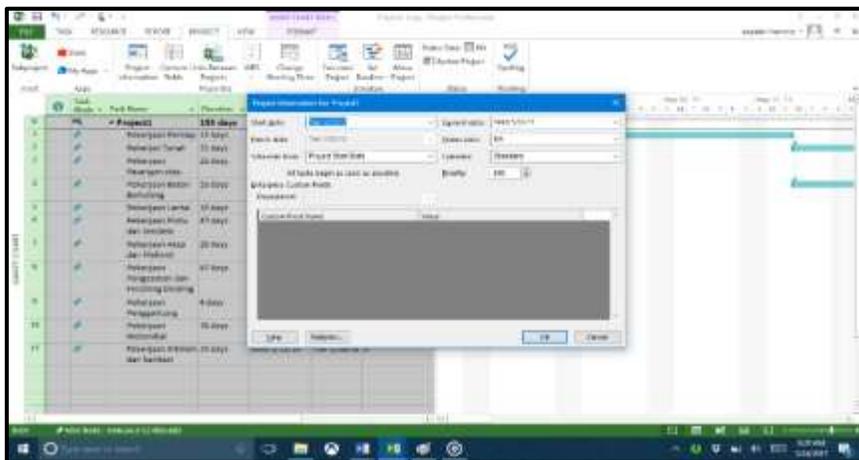
Klik Star > pilih Program MS *Project* 2013, maka akan muncul tampilan seperti berikut.



**Gambar 9.** Tampilan Awal MS Project 2013

2. Merencanakan kalender kerja proyek

Dalam tugas akhir ini direncanakan hari kerja adalah hari senin hingga sabtu dengan lama kerja 8 jam perhari. Untuk mengubah pada program MS *Project* klik *Project* > *Change working time*.



**Gambar 10.** Perencanaan Kalender Kerja Proyek Dengan MS Project 2013

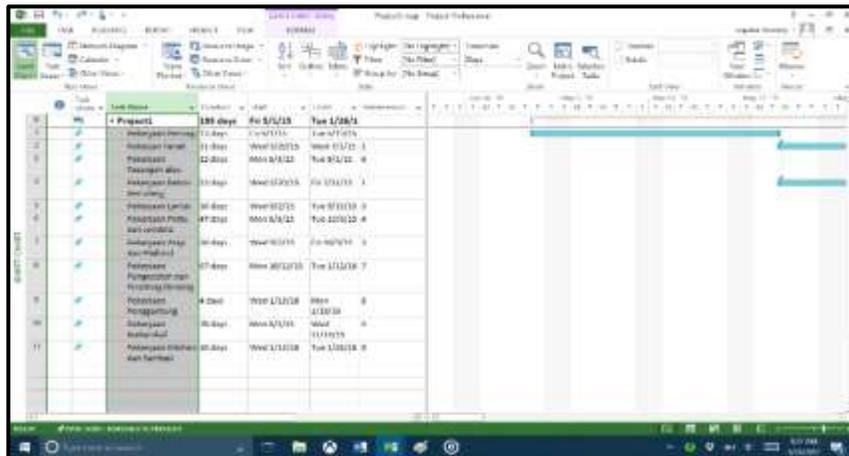
3. Menentukan tanggal dimulainya proyek

Proyek mulai dikerjakan pada tanggal 1 Mei 2015. Untuk memasukkan format awal di mulainya proyek klik *Project* > *Project information* sehingga muncul gambar seperti berikut :



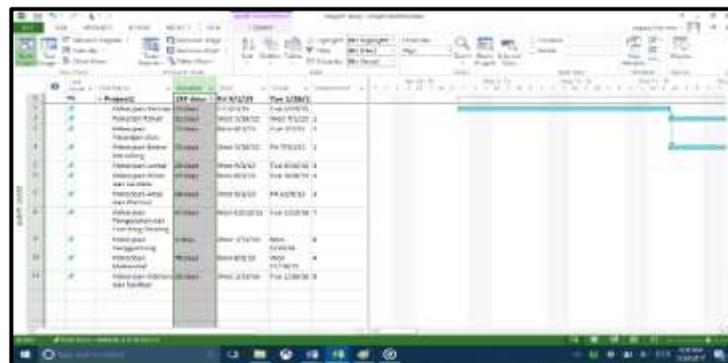
Gambar 11. Kotak Dialog *Summary Info Project*

4. Memasukkan pekerjaan ke dalam jadwal  
Item – item pekerjaan yang telah disusun diketik pada *task name*, akan terlihat seperti gambar berikut :



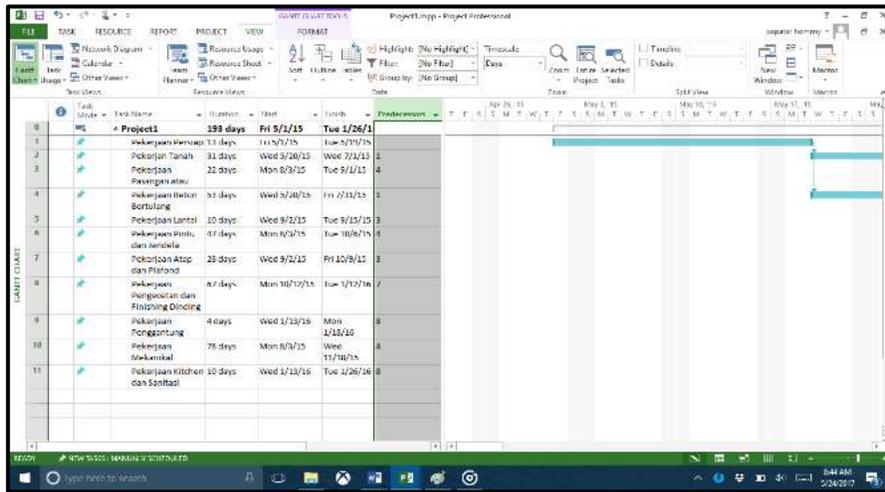
Gambar 12. Menyusun Pekerjaan

5. Memasukkan Durasi  
Untuk memasukkan durasi pekerjaan letakkan pointer pada kolom durasi > ketik jumlah durasi dengan satuan hari, sehingga tampilan seperti gambar berikut :



6. Menentukan *Predecessor* (hubungan ketergantungan)

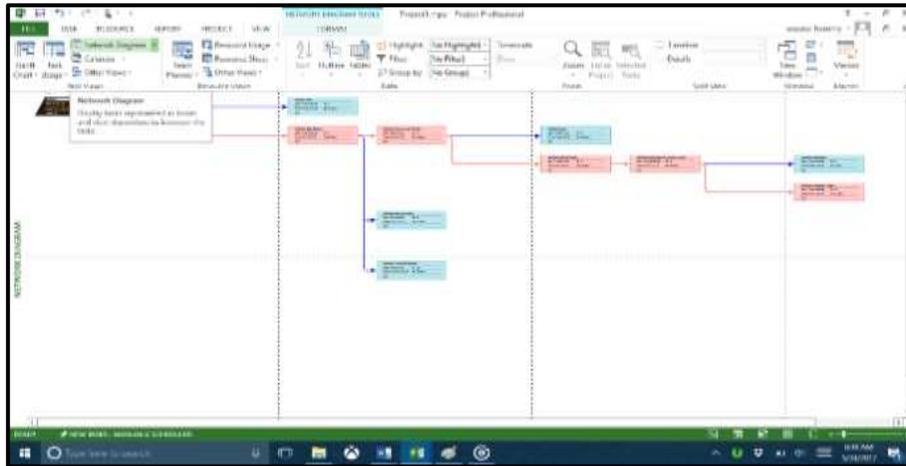
Penentuan *predecessor* diambil dari hubungan saling ketergantungan pada Tabel 4.6.



Gambar 14. Hasil Penentuan *Predecessor*

7. Melihat Hasil *Network Planning*

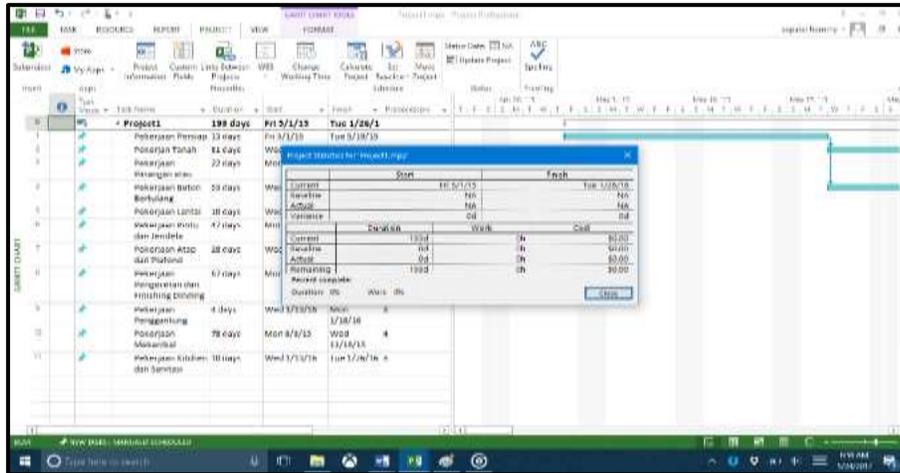
Untuk melihat hasil *network planning* yang telah di rencanakan klik *view > network diagram*, sehingga akan muncul gambar *network planning* seperti dibawah:



Gambar 15. Hasil *Network Planning*

8. Melihat *Schedule Pelaksanaan*

Untuk melihat *schedule pelaksanaan* klik *Project > project information > statistics*, maka akan muncul tampilan gambar seperti berikut :

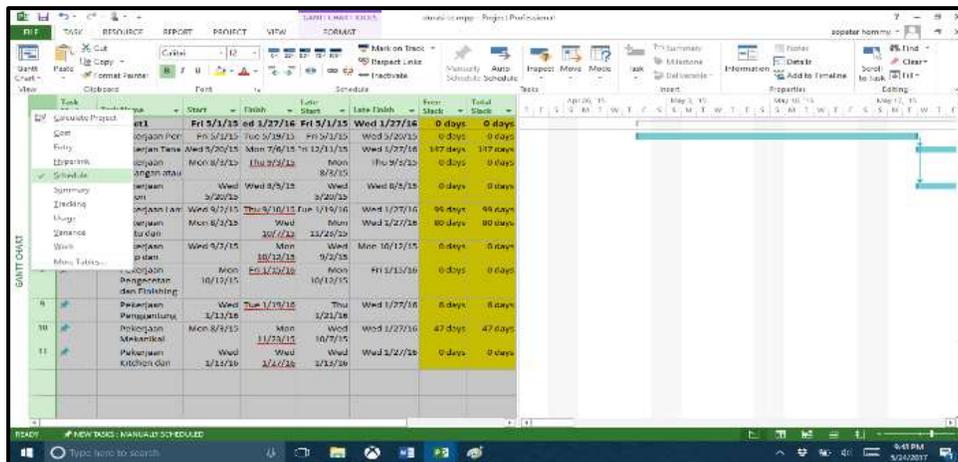


Gambar 16. Hasil Schedule Pelaksanaan

Pada hasil *network planning* dengan bantuan program Ms Project yaitu didapat durasi rencana yang didapat dengan waktu rata – rata adalah 186 hari.

1. Melihat hasil perhitungan Total Slack dan Free Slack

Untuk melihat hasil perhitungan Total Slack (*selisih antara waktu yang tersedia untuk melakukan kegiatan dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan tersebut*) dan Free Slack (*waktu yang tersisa bila suatu kegiatan dilaksanakan pada waktu yang paling awal, begitu juga kegiatan yang mengikutinya*), arahkan pointer pada ujung kiri atas tabel, klik kanan pada mouse > pilih *schedule*, maka tampilan akan seperti gambar berikut:



Gambar 17. Hasil Total slack dan Free Slack

Untuk nilai total slack dan free slack dapat dilihat pada tabel berikut :

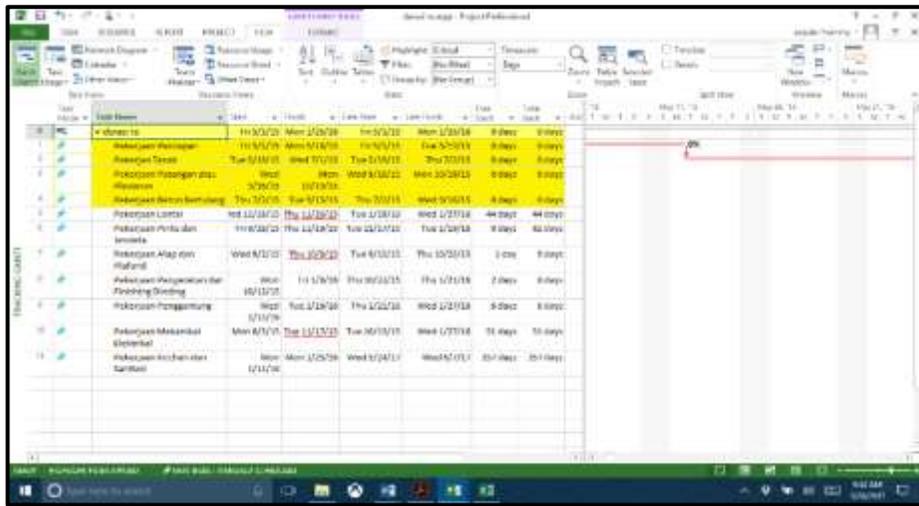
No	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
I	Pekerjaan Persiapan	Fri 5/1/15	Tue 5/19/15	Wed 11/18/15	Mon 12/7/15	0 days	143 days
II	Pekerjaan Tanah	Wed 5/20/15	Wed 7/1/15	Mon 12/7/15	Mon 1/18/16	0 days	143 days
III	Pekerjaan Pasangan atau Plesteran	Fri 9/4/15	Mon 10/5/15	Mon 9/7/15	Wed 10/7/15	0 days	1 day
IV	Pekerjaan Beton Bertulang	Fri 5/29/15	Fri 8/14/15	Fri 5/29/15	Mon 8/17/15	0 days	0 days
V	Pekerjaan Lantai	Fri 6/19/15	Tue 6/30/15	Thu 1/7/16	Mon 1/18/16	144 days	144 days
VI	Pekerjaan Pintu dan Jendela	Fri 6/19/15	Mon 8/24/15	Fri 11/13/15	Mon 1/18/16	66 days	105 days
VII	Pekerjaan Atap dan Plafond	Mon 8/17/15	Thu 9/24/15	Mon 8/17/15	Fri 9/25/15	0 days	0 days
VIII	Pekerjaan Pengecatan dan Finishing Dinding	Wed 9/30/15	Thu 12/31/15	Wed 10/7/15	Fri 1/8/16	0 days	5 days
IX	Pekerjaan Penggantung	Fri 1/1/16	Wed 1/6/16	Fri 1/8/16	Thu 1/14/16	5 days	5 days
X	Pekerjaan Mekanikal Elektrikal	Fri 9/25/15	Wed 1/13/16	Fri 9/25/15	Thu 1/14/16	0 days	0 days
XI	Pekerjaan Kitchen dan Sanitasi	Thu 6/25/15	Thu 7/9/15	Mon 1/4/16	Mon 1/18/16	137 days	137 days
XII	pekerjaan lain- lain	Thu 1/14/16	Mon 1/18/16	Thu 1/14/16	Mon 1/18/16	0 days	0 days

(Sumber : Hasil Analisis Penulis)

Keterangan : pada kolom berwarna kuning adalah jalur kritis

2. Lihat Hasil Perhitungan Jalur Kritis

Untuk item yang termasuk pada kegiatan kritis klik *view* > pada *highlight* ubah ke *critical*, maka tampilan jalur kritis akan seperti gambar berikut :



Gambar 18. Tampilan Kegiatan Kritis Pada MS Project 2013

Penyusunan Kurva Probabilitas

1. Menentukan Standard Deviasi Lintasan Kritis

Dari network diagram (lampiran), garis merah menunjukkan lintasan kritis dalam proyek tersebut. Sedangkan kegiatan yang menjadi kegiatan kritis adalah kegiatan yang berada didalam kotak berwarna merah. Dari masing – masing kegiatan tersebut memiliki variansi yang berbeda satu sama lain. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Kegiatan Kritis

No.	Kegiatan Kritis	Ve
IV	Beton Bertulang	0.68
VII	Atap dan Plafond	1.78
X	Mekanikal dan Elektrikal	0.25
XI	Kitchen dan Sanitasi	0.25
XII	Lain - lain	0.03
	Jumlah	2.99

(Sumber : hasil analisis penulis)

Selanjutnya nilai dari standard deviasi dapat dihitung menggunakan formula:

$$Se\ LK = \sqrt{Ve\ LK}$$

Keterangan:

Se LK = standard deviasi lintasan kritis

Ve LK = jumlah varian dari kegiatan – kegiatan kritis

Contoh perhitungan standard deviasi lintasan kritis :

Dari tabel diatas diperoleh  $Ve\ LK = 4.77$

$$\begin{aligned} \text{Maka } Se\ LK &= \sqrt{2.99} \\ &= 1.72 \end{aligned}$$

## 2. Menghitung probabilitas penyelesaian proyek

Dari hasil analisis jaringan kerja PDM pada tahapan sebelumnya didapatkan umur proyek  $T_e$  adalah 186 hari (27 minggu) ini sama dengan peluang 50% Selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan durasi probabilitas dengan formula :

$$Z = \frac{T_d - T_e}{Se\ LK}$$

Dimana

Z : Nilai pada tabel distribusi normal

$T_d$  : target durasi

$T_e$  : durasi proyek yang diharapkan selesai

Se Lk : standard deviasi lintasan kritis

Contoh perhitungan probabilitas sebagai berikut :

Misal target peluang berhasil pada 186 hari (27 minggu) .

$$\begin{aligned} Z &= \frac{T_d - T_e}{Se\ LK} \\ &= \frac{186 - 186}{1.72} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan demikian  $Z = 0$  bisa dicari peluangnya (lihat tabel distribusi normal baku, pada lampiran) yakni 50%. Atau bisa di cari umur proyek yang ditargetkan bila diketahui peluangnya ( $T_d$ ) 10% , 20% , 70% , 80% , 90% , dan 95 % , maka bisa diguakan rumus :

$$T_d = (Z \times Se\ Lk) + T_e$$

Dimana

Z : Nilai pada tabel distribusi normal

$T_d$  : target durasi

$T_e$  : durasi proyek yang diharapkan selesai

Se Lk : standard deviasi lintasan kritis

Contoh :

Jika, umur proyek dengan peluang 10 % , maka berapa waktu yang bisa di dapat

$$\begin{aligned}
 T_d &= (Z \times Se Lk) + T_e \\
 &= (-2.4 \times 2.18) + 27 \text{ minggu} \\
 &= 21.76 \text{ minggu}
 \end{aligned}$$

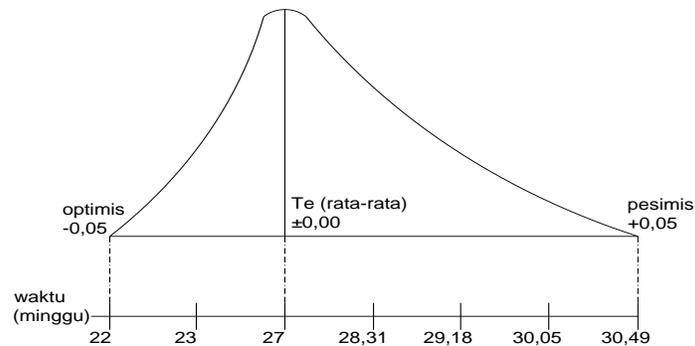
Untuk perhitungan probabilitas selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut .

**Tabel 4.** Durasi Probabilitas

Peluang (%)	Te (minggu)		Z	Td (minggu)
10	27	2.180	-2.4	21.77
20	27	2.180	-2.0	22.64
50	27	2.180	0.0	27.00
70	27	2.180	0.6	28.31
80	27	2.180	1.0	29.18
90	27	2.180	1.4	30.05
95	27	2.180	1.6	30.49

(Sumber : Hasil Analisis Penulis)

3. Membuat Kurva Distribusi peristiwa

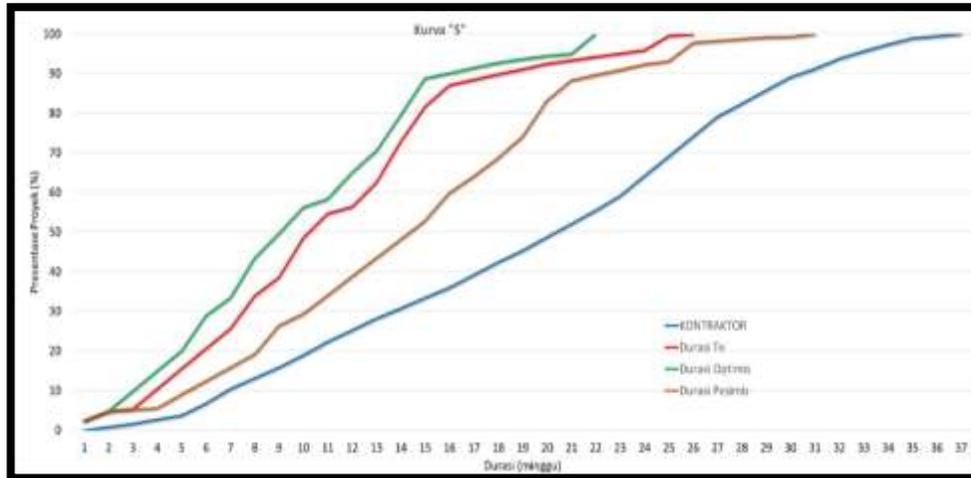


**Gambar 19.** Kurva distribusi Peristiwa

Dari kurva distribusi diatas diperoleh umur proyek  $T_e$  (waktu rata – rata) dengan peluang penyelesaian 50% = 27 minggu, dan untuk umur proyek apabila di ketahui umur proyek lebih cepat dari atau sebelum waktu  $T_e$  maka di dapat umur proyek untuk durasi optimis di bawah 50 % = 22 minggu . dan juga untuk umur proyek setelah nilai  $T_e$  atau untuk durasi optimis maka umur proyek di atas 50% = 30.49 minggu.

## Pembahasan

### Perbandingan Kurva – S Kontraktor dan Hasil Analisis (PERT)



Gambar 20. Kurva S Perbandingan

Dari hasil analisis dihasilkan durasi dengan metode PERT yaitu waktu  $T_e$  (garis berwarna merah) , waktu optimis (garis berwarna hijau), dan waktu pesimis (garis berwarna coklat) menghasilkan perbedaan waktu dimana dari kurva diatas , pada waktu optimis proyek selesai lebih cepat yaitu pada minggu ke 22 sebelum  $T_e$ , dan waktu  $T_e$  (waktu rata –rata) selesainya proyek pada minggu ke 27 , untuk waktu setelah  $T_e$  selesainya proyek pada minggu ke 31. Pada hasil diatas juga didapat perbandingan waktu penyelesaian proyek dengan hasil waktu dari kontraktor dimana dengan hasil analisis menggunakan metode PERT umur penyelesaian proyek lebih cepat di bandingkan dengan kontraktor dengan waktu penyelesaian proyek pada minggu ke 37.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil analisis tentang penjadwalan proyek dengan metode pert pada pembangunan Gedung Negara , dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil diatas diperoleh umur proyek  $T_e$  (waktu rata – rata) dengan peluang penyelesaian 50% = 27 minggu, dan untuk umur proyek apabila di ketahui umur proyek lebih cepat dari atau sebelum waktu  $T_e$  maka di dapat umur proyek untuk durasi optimis di bawah 50 % = 22 minggu . dan juga untuk umur proyek setelah nilai  $T_e$  atau untuk durasi optimis maka umur proyek di atas 50% = 30.49 minggu.
2. Dari hasil analisis, kegiatan kritis dalam proyek tersebut adalah :
  - a. Pekerjaan beton bertulang
  - b. Pekerjaan atap dan plafond
  - c. Pekerjaan mekanikal elektrik
  - d. Pekerjaan lain –lain
3. Dari hasil analisis dihasilkan durasi dengan metode PERT yaitu waktu  $T_e$  (garis berwarna merah) , waktu optimis (garis berwarna hijau), dan waktu pesimis (garis berwarna coklat) menghasilkan perbedaan waktu dimana dari kurva diatas , pada waktu optimis proyek selesai lebih cepat yaitu pada minggu ke 22 sebelum  $T_e$ , dan waktu  $T_e$  (waktu rata –rata) selesainya proyek pada minggu ke 27 , untuk waktu setelah  $T_e$  selesainya proyek pada minggu ke 31. Pada hasil diatas juga didapat perbandingan waktu penyelesaian proyek dengan hasil waktu dari kontraktor dimana dengan hasil analisis menggunakan metode PERT umur penyelesaian proyek

lebih cepat di bandingkan dengan kontraktor dengan waktu penyelesaian proyek pada minggu ke 37.

### **Saran**

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penyusunan skripsi ini, di berikan saran sebagai berikut:

1. Dalam pelaksanaan suatu proyek sangat di perlukan perencanaan jadwal kegiatan secara cermat untuk menghindari terjadinya keterlambatan proyek, khususnya pada jalur kritis yang harus di beri perhatian khusus agar proyek tidak terjadi keterlambatan.
2. Melihat peluang kemungkinan berhasil proyek, jika ingin mempercepat proyek perlu diadakan penambahan tenaga kerja atau waktu lembur pada proyek.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**