

**PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT *NETWORK***

**SKRIPSI**

oleh :  
**FIRMAN INDRAJAYA**  
**0210940017-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**  
**JURUSAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**

**2009**

**PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT *NETWORK***

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana dalam bidang Matematika**

oleh :  
**FIRMAN INDRAJAYA**  
**0210940017-94**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2009**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT *NETWORK*

Oleh :

**FIRMAN INDRAJAYA**

**0210940017-94**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 14 Agustus 2009  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Drs. Marsudi, MS.**

**NIP. 131 759 585**

**Drs. Imam Nurhadi P., MT**

**NIP. 131 837 971**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Matematika**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Agus Suryanto, MSc**

**NIP. 132 126 049**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : FIRMAN INDRAJAYA  
**NIM** : 0210940017-94  
**Program Studi** : Matematika  
**Jurusan** : Matematika  
**Penulis Skripsi berjudul** :  
**PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT *NETWORK***

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka Skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Agustus 2009  
Yang menyatakan,

(FIRMAN INDRAJAYA)  
NIM. 0210940017-94

# PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT NETWORK

## ABSTRAK

Pada Skripsi ini dibahas mengenai penjadwalan pada suatu proyek dengan menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) *Network*. Penjadwalan merupakan salah satu proses dalam suatu metode manajemen proyek dalam menetapkan optimisasi jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan. Untuk penentuan optimisasi waktu kerja dapat digunakan analisis *network* PERT. Kemudian estimasi waktu dari penjadwalan dapat ditentukan dengan menghitung nilai probabilitas. Nilai-nilai probabilitas dapat diperoleh dari Teori Variabel Random.

**Kata kunci:** optimisasi, PERT



# PROJECT SCHEDULLING BY USING PERT NETWORK

## ABSTRACT

This final project discusses the project scheduling by using Program Evaluation and Review Technique (PERT) Network. Scheduling is one of the ways of management project method on determining optimal project activities durations. PERT Network analysis can be applied to determine the optimal project activities duration. Then, the time estimation of scheduling can be found by calculating the probability values. The values can be obtained from the probability theory of random variable.

**Key words:** optimization, PERT



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'aalamin*, dengan segala rahmat dan hidayah Allah SWT, sehingga Skripsi yang berjudul “**PENJADWALAN PROYEK DENGAN PERT *NETWORK***” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Marsudi, MS, selaku dosen pembimbing I atas pertolongan, bimbingan, kesabaran, perhatian, nasihat dan dukungan yang selalu diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Drs. Imam Nurhadi P., MT selaku dosen pembimbing II atas segala pengarahan, motivasi, nasihat, dukungan yang telah diberikan selama penyusunan Skripsi ini.
3. Dr. Agus Suryanto, M.Sc, selaku ketua Jurusan Matematika sekaligus dosen penguji atas saran yang diberikan kepada penulis.
4. Dr. Wuryansari Muharini K., M.Si, selaku ketua Program Studi Matematika.
5. Prof. Dr. Marjono, M.Phil, selaku penasihat akademik atas nasehat dan perhatiannya selama melaksanakan studi.
6. Isnani Darti, S.Si,M.Si, dan Drs. Muslikh, M.Si, selaku dosen penguji atas saran yang diberikan kepada penulis.
7. Mama, Papa, dan adik-adikku tercinta atas doa, semangat, nasehat, perhatian, kasih sayang dan dukungannya selama ini.
8. Teman-teman Matematika 2003 dan 2007.
9. Teman-teman Unit Aktivitas Bulutangkis yang setia menemani dan memberikan dukungannya selama ini.
10. Seluruh staf tata usaha, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas doa, bantuan dan dukungannya.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2009

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Graf.....	3
2.2 Istilah-Istilah Graf.....	3
2.3 Jenis-Jenis Graf.....	5
2.4 <i>Gantt Chart</i> .....	7
2.5 PERT.....	9
2.5.1 <i>PERT Network</i> .....	9
2.5.2 Estimasi Waktu untuk Aktivitas.....	11
2.5.3 Waktu Penyelesaian <i>Event</i> .....	12
2.5.4 Lintasan Kritis ( <i>Critical Path</i> ).....	13
2.6 Probabilitas Penyelesaian <i>Event</i> .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	17
3.2 Analisis Data.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 PERT Sebagai Dasar Perencanaan.....	19
4.1.1. Mengkonstruksi <i>PERT Network</i> .....	19

4.1.2. Menghitung Estimasi Waktu yang Diperlukan untuk Setiap Aktivitas dan Variannya .....	20
4.1.3. Menghitung Waktu Penyelesaian Tiap Event.....	21
4.1.4. Memperoleh Lintasan Kritis .....	23
4.2 PERT Sebagai Alat Penilaian .....	25
4.2.1 Penghitungan $TE(J)$ dan $SIGTE(J)$ untuk memperoleh nilai $x(j)$ .....	25
4.2.2 Peluang <i>Event</i> .....	25
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran .....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	35



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Graf.....	3
Gambar 2.2 Graf dengan titik $v, w$ dan rusuk $e$ .....	4
Gambar 2.3 Graf dengan walk, dan path.....	4
Gambar 2.4 Graf berarah .....	5
Gambar 2.5 Graf tak berarah .....	5
Gambar 2.6 Graf berbobot .....	6
Gambar 2.7 Graf terhubung .....	6
Gambar 2.8 Graf tak terhubung.....	6
Gambar 2.9 <i>Gant Milestone Chart</i> .....	7
Gambar 2.10 <i>Gantt chart</i> mengganti segiempat dengan panah. .	8
Gambar 2.11 <i>Gant chart</i> diubah sebagian menjadi PERT <i>network</i> .....	8
Gambar 2.12 <i>Gantt chart</i> diubah seluruhnya menjadi PERT <i>Network</i> .....	9
Gambar 2.13 Kurva Normal .....	15
Gambar 4.1 PERT <i>Network</i> .....	20
Gambar 4.2 Lintasan Kritis dengan garis bercetak tebal ( $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 14 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 18$ $\rightarrow 19 \rightarrow 20$ ) .....	24
Gambar 4.3 Kurva Normal pada <i>Event 10</i> .....	27

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data Probabilistik untuk Penjadwalan Proyek Pembuatan Gudang.....	17
Tabel 4.1 Estimasi Waktu Aktivitas .....	21
Tabel 4.2 Waktu Penyelesaian <i>Event</i> .....	22
Tabel 4.3 Penentuan Lintasan Kritis.....	23
Tabel 4.4 Penghitungan nilai $x(j)$ .....	25
Tabel 4.5 Perolehan Peluang dengan Tabel Normal Standar....	27



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kualitas aktivitas manusia sangatlah bergantung pada manajemen dan perencanaan-perencanaan yang efisien. Perencanaan adalah suatu fungsi manajemen yang vital. Namun, dalam bidang perencanaan umum yang luas, terdapat suatu tugas perencanaan, pembuatan jadwal dan pengawasan berbagai macam aktivitas tersendiri, yang merupakan bagian-bagian integral dari rencana manajemen seluruhnya.

Salah satu perusahaan yang mempunyai masalah dengan pengeluaran biaya-biaya yang cukup besar adalah perusahaan kontraktor. Selain mempunyai masalah dengan pengeluaran biaya-biaya yang cukup besar ini, ada masalah lain dalam perusahaan kontraktor yang juga harus diperhatikan. Masalah lainnya adalah masalah tentang penggunaan waktu yang tidak optimal atau tidak efisien dalam menjalankan suatu proyek. Perusahaan kontraktor bergerak dalam bidang pembuatan proyek-proyek pembangunan, seperti pembuatan proyek perumahan, gedung-gedung, jembatan, dan lain sebagainya. Dalam mengadakan proyek pembuatan perumahan, gedung-gedung, dan lain sebagainya itu sudah tentu pasti mengeluarkan biaya-biaya yang cukup besar serta memakan jangka waktu pembuatan proyek yang terlalu lama dan tidak optimal. Sehubungan dengan uraian di atas, maka mengoptimalkan jangka waktu dan meminimasi total biaya proyek untuk mendapatkan laba yang maksimal dalam suatu perusahaan sangat penting untuk memperkecil kerugian dari biaya-biaya yang dikeluarkan serta bisa mentargetkan penyelesaian proyek pembangunan tersebut dengan optimal dan tepat waktu.

Perencanaan yang efisien dari proyek-proyek bagian ini selalu berarti perbedaan antara tepat pada waktunya dan terlambat, dan hal itu dapat berarti perbedaan antara sukses dan gagal. Kesuksesan dari sebarang proyek berskala besar sangat bergantung pada kualitas perencanaan (*planning*), pembuatan jadwal (*schedulling*), dan pengendalian (*controlling*) berbagai fase dari proyek tersebut. Untuk dapat menjaga kontrol, dan agar dapat mengadakan penjadwalan waktu dari beratus-ratus bahkan beribu-

ribu aktivitas dengan tepat, maka dibutuhkan suatu model matematika berupa *activity graph* (grafis aktivitas). *Activity graph* ini menyangkut *project duration* (lamanya proyek) dihubungkan dengan *activity duration* (lamanya aktivitas).

Untuk memenuhi kebutuhan akan model ini, perencanaan jaringan (*network planning*) yang bersifat grafis, tampil sebagai model analog. Penggambaran dengan *graph* ini membuat perencanaan, pengawasan, serta evaluasi proyek menjadi lebih mudah, karena jelas terlihat kesalingtergantungan antar aktivitas dalam skala besar. Salah satu model yang digunakan pada proyek berskala besar untuk membantu manajemen di dalam pengerahan dan pengendalian sumber-sumber adalah PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana PERT dapat digunakan sebagai metode dasar penjadwalan proyek?
2. Bagaimana PERT dapat digunakan sebagai alat penilaian jadwal pelaksanaan proyek?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penulisan skripsi ini difokuskan pada pembahasan dengan beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Tidak membahas mengenai masalah biaya,
2. Proyek yang dilakukan dibatasi pada proyek statis.

## **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Menggunakan PERT sebagai metode dasar penjadwalan proyek
2. Menggunakan PERT sebagai alat penilaian jadwal pelaksanaan proyek.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diberikan beberapa definisi dan teori yang menunjang pembahasan.

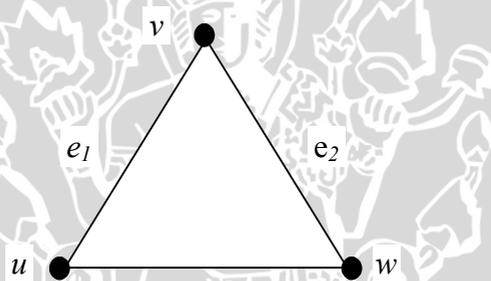
### 2.1 Graf

Graf  $G = (V, E)$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $V$  dan  $E$ , di mana:

$V$  = himpunan tidak kosong dari titik-titik (*vertices* dan *nodes*)

$E$  = himpunan rusuk (*edges*) yang menghubungkan sepasang titik di  $V$  (Roman, 1989).

#### Contoh 2.1.



Gambar 2.1. Graf.

### 2.2 Istilah-istilah Graf

Menurut Marsudi (2006), beberapa istilah yang dipakai dalam graf di antaranya:

#### Definisi 2.1

Misal  $G$  graf dan  $v, w \in V(G)$ . Jika  $v$  dan  $w$  dihubungkan dengan rusuk  $e$  maka  $v$  dan  $w$  dikatakan bertetangga atau *adjacent*.

#### Definisi 2.2

Misal  $G$  graf dan  $v, w \in V$ . Jika  $v$  dan  $w$  dihubungkan dengan rusuk  $e$  maka  $v$  dan  $w$  dikatakan bersisian atau *incident* dan sebaliknya.

### Contoh 2.2.



**Gambar 2.2.** Graf dengan titik  $v, w$  dan rusuk  $e$ .

Pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa:

$v$  dan  $w$  *adjacent*

$v$  dan  $w$  *incident* dengan  $e$

$e$  *incident* dengan  $v$  dan  $w$

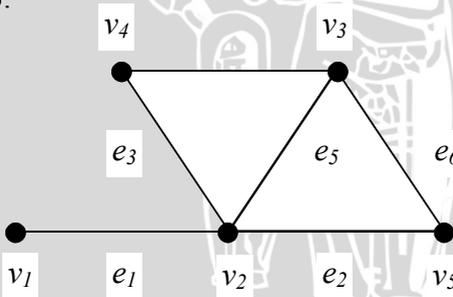
### Definisi 2.3

Walk pada graf  $G$  adalah suatu deretan yang terdiri dari titik-titik dan rusuk-rusuk yang berganti di mana setiap rusuk *incident* dengan dua titik terdekat pada deretan tersebut.

### Definisi 2.4

Lintasan (*path*) adalah suatu walk di mana tidak ada titik yang digunakan lebih dari sekali (Roman, 1989).

### Contoh 2.3.



**Gambar 2.3.** Graf dengan walk, dan path

Pada Gambar 2.3 diperoleh:

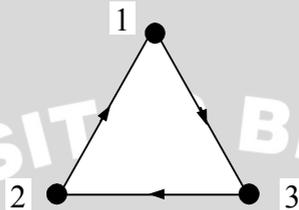
*Walk* :  $v_1 e_1 v_2 e_5 v_3 e_6 v_5 e_2 v_2 e_3 v_4$

*Path* :  $v_1 e_1 v_2 e_2 v_5 e_6 v_5 e_2 v_3 e_4 v_4$

### 2.3 Jenis-Jenis Graf

#### Definisi 2.5

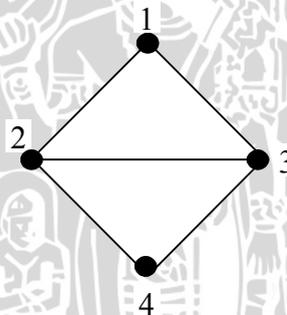
**Graf berarah** (*directed graph* atau *digraph*)  $D$  adalah suatu graf yang rusuk-rusuknya berarah (busur) (Chartrand dan Zhang, 2005).



**Gambar 2.4.** Graf berarah

#### Definisi 2.6

Graf yang rusuknya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah (Anonim, 2009a).

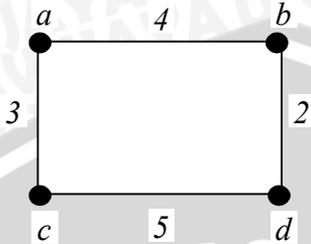


**Gambar 2.5.** Graf tak berarah

#### Definisi 2.7

Graf berbobot (*weighted graph*)  $G$  adalah graf yang mempunyai fungsi bobot  $w$ . Bobot dari rusuk  $e$  disebut  $w(e)$  dan  $w$  adalah bilangan asli dan positif (Marsudi, 2006).

### Contoh 2.4

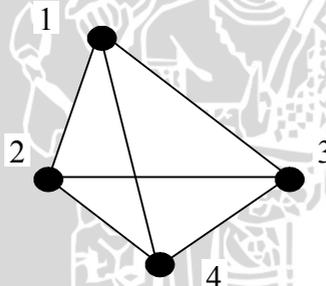


**Gambar 2.6.** Graf berbobot.

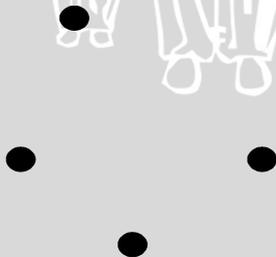
Pada gambar 2.6 diperoleh  $w(a,b) = 4$ ,  $w(a,c) = 3$ ,  $w(c,d) = 5$ , dan  $w(b,d) = 2$

### Definisi 2.8

Graf tak berarah  $G$  disebut graf terhubung (*connected graph*) jika untuk setiap pasang titik di dalam himpunan  $V$  terdapat lintasan (*path*). Jika tidak, maka  $G$  disebut graf tak-terhubung (*disconnected graph*) (Grimaldi, 1994).



**Gambar 2.7.** Graf terhubung



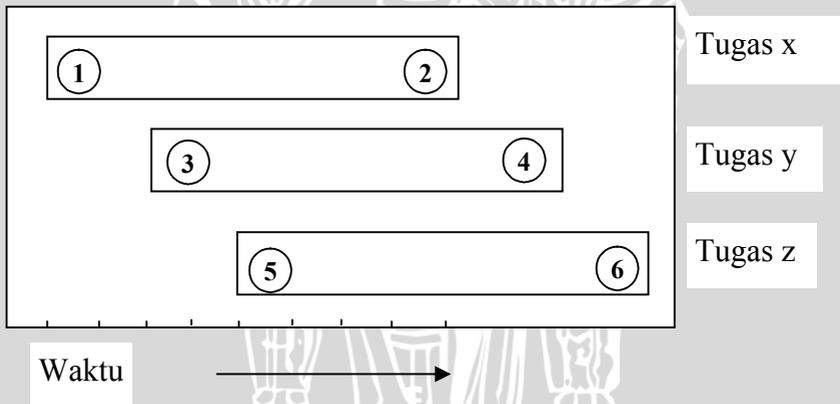
**Gambar 2.8.** Graf tak terhubung

## 2.4 Gantt Chart

### Definisi 2.9

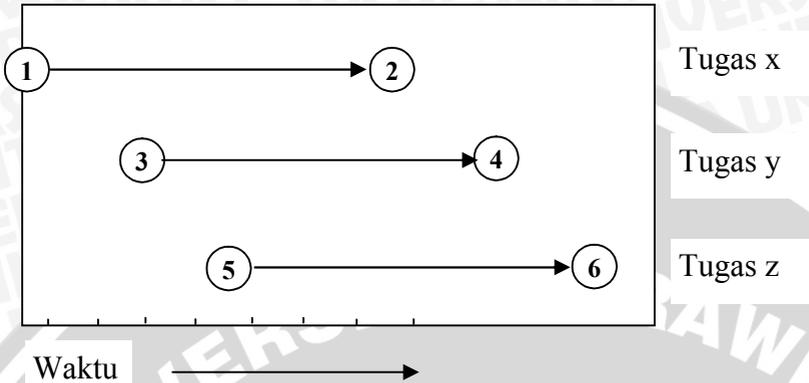
**Gantt Chart** adalah suatu jenis bar yang mengilustrasikan suatu jadwal proyek yang menyajikan tanggal mulai dan selesainya elemen-elemen terminal dan elemen-elemen kesimpulan dari suatu proyek (Anonim, 2009b).

Usaha-usaha terdahulu yang dilakukan para manajer untuk dapat melaksanakan pengendalian adalah Peta Tonggak Batas Gant (*Gantt Milestone Chart*). Peta ini pada dasarnya menggambarkan pekerjaan yang harus dilaksanakan, tetapi yang lebih penting adalah peta ini juga menunjukkan saling hubungan yang terdapat antara fase atau tingkat pekerjaan, yang nantinya akan diubah menjadi suatu *PERT Network*. Gambar 2.9 menggambarkan salah satu dari *Gantt milestone chart*. Masing-masing lingkaran (*milestone*) menggambarkan penyelesaian fase tertentu dari keseluruhan pekerjaan dan masing-masing segi empat menggambarkan tugas/pekerjaan tertentu.



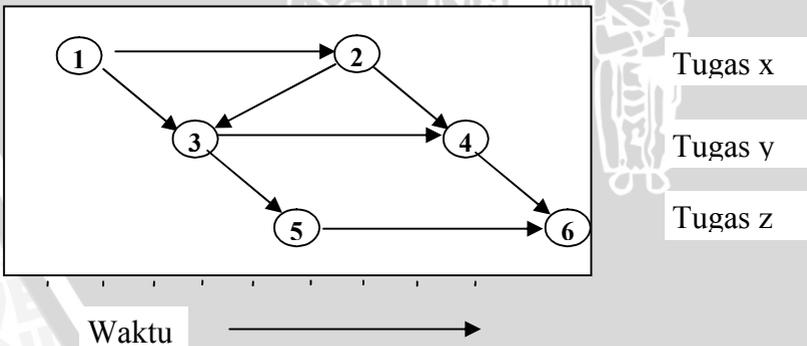
**Gambar 2.9.** *Gant Milestone Chart.*

Perubahan dari *Gantt milestone chart*, yang menunjukkan saling hubungan di antara semua *milestone* yang terdapat dalam suatu proyek, dilaksanakan dalam tiga langkah. Langkah pertama adalah penghapusan segiempat-segiempat, dan sebagai gantinya tanda panah-panah yang menghubungkan *milestone-milestone* (Gambar 2.10)



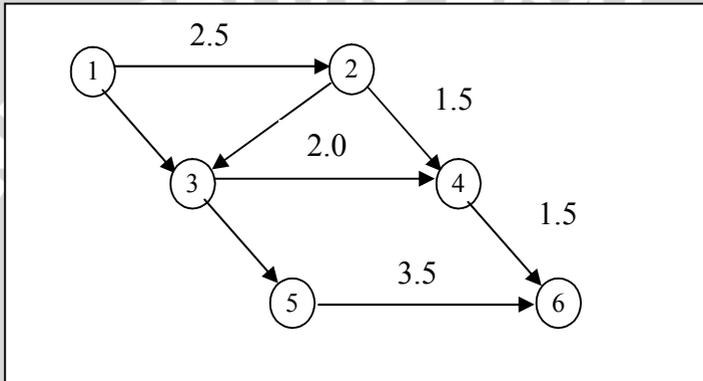
**Gambar 2.10.** Gantt chart mengganti segiempat dengan panah.

Langkah yang kedua meliputi tindakan penambahan hubungan berbagai *milestone* yang terdapat dalam tugas-tugas yang berbeda, sebagaimana terlihat dalam Gambar 2.11. Di sini beberapa *milestone* harus mendahului *milestone-milestone* yang lain. Sebagai contoh, *milestone* 5 tidak dapat dimulai sebelum *milestone* 1 dan 3 diselesaikan. singkatnya, dengan dipergunakannya tambahan tanda panah ini, maka hubungan antara semua *milestone* yang terdapat dalam keseluruhan proyek dapat digambarkan dengan jelas di atas peta ini. *Milestone* 1 merupakan titik permulaan dari keseluruhan proyek dan *milestone* 6 merupakan titik akhir dari keseluruhan proyek.



**Gambar 2.11.** Gantt chart diubah sebagian menjadi PERT Network.

Dalam langkah yang ketiga atau yang terakhir (Gambar 2.12), istilah tugas dihapus sebab semua saling berhubungan, dengan ditunjukkan oleh tanda panah tanda panah. Selanjutnya skala waktu pada garis dasar dihapus dan diganti dengan waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian tiap-tiap pekerjaan dituliskan masing-masing tanda panah. Jadi, perubahan dari *Gantt chart* menjadi suatu PERT *network* telah dilaksanakan seluruhnya.



**Gambar 2.12** *Gantt chart* diubah seluruhnya menjadi PERT *network*.

## 2.5 PERT

PERT merupakan perkembangan dari Peta Tonggak Batas Gantt (*Gantt Milestone Chart*). Penggunaan PERT diperlukan untuk mengetahui kesalinggantungan antar aktivitas dalam proyek dan untuk menetapkan *event* dalam pengawasan dan penilaian proyek.

### 2.5.1 PERT Network

**Jaringan Kerja (Network)** adalah suatu visualisasi proyek berdasarkan network planning berupa jaringan kerja proyek dari simbol kegiatan, simbol peristiwa, dan bila diperlukan simbol antar peristiwa, dengan kata lain “*kegiatan semu atau dummy*”.

## Definisi 2.10

**Event (peristiwa)** adalah tempat dimulainya satu atau beberapa pekerjaan serta tempat berakhirnya satu atau beberapa pekerjaan (Nurmatias, 2007).

**Teknik PERT** adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi: mengkoordinasikan dan mensinkronkan berbagai bagian sebagai keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek (Gillet, 1979).

Menurut (Gillet, 1979), untuk membuat suatu network yang menggambarkan adanya hubungan antara aktivitas-aktivitas, terdapat aturan-aturan dan pedoman-pedoman sebagai berikut:

1. *Event* 1 menunjukkan saat dimulainya proyek. Semua aktivitas yang tidak didahului oleh aktivitas-aktivitas lain, berasal dari *event* 1.
2. *Event* M menunjukkan saat selesainya proyek, di mana M adalah nomor *event* terbesar.
3. Aktivitas ( $i, j$ ) dimulai di *event*  $i$  dan berakhir di *event*  $j$ .
4. Untuk setiap aktivitas ( $i, j$ ),  $i < j$ .
5. Untuk  $j$  tertentu, semua aktivitas dari bentuk ( $i, j$ ) harus diselesaikan sebelum *event*  $j$  dipandang selesai.
6. Setiap aktivitas ( $i, j$ ) harus tunggal.

Jika dua aktivitas atau lebih perlu start dari *event*  $i$  dan menuju ke *event*  $j$ , maka untuk memenuhi aturan yang ke-6, diperlukan adanya *event-event* dummy dan aktivitas-aktivitas dummy dengan waktu nol. Garis putus-putus menggambarkan aktivitas *dummy*.

Menurut (Heizer & Render, 2005), kelebihan PERT antara lain:

1. Sangat berguna terutama saat menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar.
2. Konsep yang lugas atau secara langsung (*straightforward*) dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
3. Jaringan grafis membantu melihat hubungan antar kegiatan secara cepat.

4. Analisis jalur kritis dan waktu *slack* membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat.
5. Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk kegiatan yang beragam.
6. Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi.
7. Berguna dalam mengawasi jadwal dan biaya.

Menurut (Heizer & Render, 2005), keterbatasan dalam PERT :

1. Kegiatan proyek harus ditentukan secara jelas, dan hubungannya harus bebas dan stabil.
2. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijaringkan bersama-sama.
3. Perkiraan waktu cenderung *subjektif* dan bergantung pada kejujuran para manajer yang takut akan bahaya terlalu optimistis atau tidak cukup pesimistis.
4. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur terpanjang atau kritis. Jalur yang nyaris kritis perlu diawasi dengan baik.

### 2.5.2 Estimasi Waktu untuk Aktivitas

Menurut (Heizer & Render, 2005), dalam jaringan PERT ditetapkan tiga perkiraan waktu (*three times estimates*) untuk masing-masing jaringan aktivitas. *Three times estimates* meliputi :

1. Waktu optimis (*optimistic time*) (***a***) : adalah waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi. Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai rencana.
2. Waktu pesimis (*pessimistic time*) (***b***) : waktu terpanjang kejadian yang dibutuhkan. Waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan.
3. Waktu realistis (*most likely time*) (***m***) : waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas dalam jaringan PERT, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.

Mendasarkan pada tiga estimasi  $a$ ,  $m$ ,  $b$ , mean dari waktu penyelesaian untuk masing-masing aktivitas diestimasi dengan rumus:

$$ET = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2.1)$$

dalam rumusan ini waktu yang paling mungkin diberikan timbangan yang paling tinggi, tetapi kedua waktu yang lain juga diberikan sedikit timbangan, sebab ada kemungkinan kecil bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dapat menjadi waktu pesimistis atau sebaliknya, menjadi sependek waktu optimistis.

Variansi dari waktu penyelesaian masing-masing aktivitas diestimasi dengan rumus:

$$\sigma_{ET}^2 = \left( \frac{b - a}{6} \right)^2 \quad (2.2)$$

### 2.5.3 Waktu Penyelesaian *Event*

(i) Waktu penyelesaian tercepat yang diharapkan atau *TE* adalah suatu konsep PERT yang berkenaan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas tertentu.

Misalkan:

$ET(I, J)$  = waktu penyelesaian tercepat aktivitas  $(I, J)$

$TE(J)$  = waktu penyelesaian tercepat yang diharapkan *event*  $J$ .

Untuk suatu nilai  $J$  tertentu, misal  $J^*$ ,  $TE(J^*)$  diberikan dengan:

$$TE(J^*) = \max_I [TE(I) + ET(I, J)] \quad (2.3)$$

(ii) Waktu penyelesaian *Event* paling lambat yang diperkenankan (*Latest Allowable Event Completion Time (TL)*) adalah waktu penyelesaian *event* paling lambat yang diperkenankan.

$TL(I)$  = waktu penyelesaian *event* terlambat yang diperkenankan untuk *event*  $I$

Untuk suatu nilai tertentu, misal  $I^*$ ,  $TL(I^*)$  diberikan dengan:

$$TL(I^*) = \min_J [TL(J) - ET(I^*, J)] \quad (2.4)$$

(iii) Waktu luang *event* (*Event Slack Times* (SE) ) adalah jumlah waktu *event* yang dapat ditangguhkan tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian yang direncanakan untuk proyek.

$$SE(J) = TL(J) - TE(J) \quad (2.5)$$

#### 2.5.4 Lintasan Kritis (*Critical Path*)

##### Definisi 2.11

**Lintasan kritis** adalah lintasan terpanjang yang terdapat dalam suatu PERT Network untuk mendapatkan nilai *TE* untuk *event* akhir (Gillet, 1979).

$$\begin{aligned} SE(M) &= TL(M) - TE(M) \\ &= SD(M) - TE(M) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Setiap *event* pada lintasan kritis akan mempunyai waktu luang sama dengan waktu luang untuk *event* akhir, artinya:

Jika

$$TE(M) = SD(M) = TL(J)$$

maka

$$SE(M) = TL(M) - TE(M) = 0.$$

Untuk menjadikan suatu aktivitas pada lintasan kritis, suatu aktivitas (*I, J*) harus memenuhi tiga syarat:

$$1. \quad TL(I) - TE(I) = SE(M) \quad (2.7)$$

$$2. \quad TL(J) - TE(J) = SE(M) \quad (2.8)$$

$$3. \quad TE(J) - TE(I) = TL(J) - TL(I) = ET(I, J) \quad (2.9)$$

$SE(M)$  = waktu luang untuk *event* akhir

#### 2.6 Probabilitas Penyelesaian *Event*

Perhitungan probabilitas penyelesaian *event* yang lebih dahulu. Asumsi yang diperlukan adalah bahwa waktu penyelesaian tiap-tiap *event* mempunyai distribusi normal dengan mean *TE* dan variansi  $\tau_{TE}^2$  di mana  $\tau_{TE}^2$  adalah jumlah variansi waktu-waktu aktivitas pada lintasan (*path*) yang digunakan untuk menghitung *TE*.

Waktu penyelesaian untuk suatu *event* tersebut adalah jumlah dari beberapa waktu penyelesaian aktivitas, masing-masing mempunyai mean dan variansi tertentu. Akibatnya, dengan menggunakan Teorema Limit Sentral, waktu penyelesaian untuk *event* mendekati distribusi normal.

## Definisi 2.12

**Distribusi Normal Baku** adalah distribusi peubah acak normal dengan mean nol dan variansi 1 (Walpole, 1986).

Misalkan

$T$  = waktu penyelesaian *event* (variabel random)

$TE$  = nilai  $T$  yang diharapkan (mean dari  $T$ )

$\sigma_{TE}^2$  = variansi  $T$  (*SIGTE*)

$SD$  = waktu penyelesaian yang direncanakan pada suatu *event*.

Maka  $T$  berdistribusi normal dengan mean  $TE$  dan variansinya  $\sigma_{TE}^2$ , dilambangkan dengan:

$$TE \sim N(TE, \sigma_{TE}^2) \quad (2.10)$$

Dari teori probabilitas peubah acak (variabel random)

$$Z = \frac{T - TE}{\sigma_{TE}} \quad (2.11)$$

Peubah acak  $Z$  berdistribusi normal baku dengan mean 0 dan variansi 1, dilambangkan dengan  $N(0,1)$ .

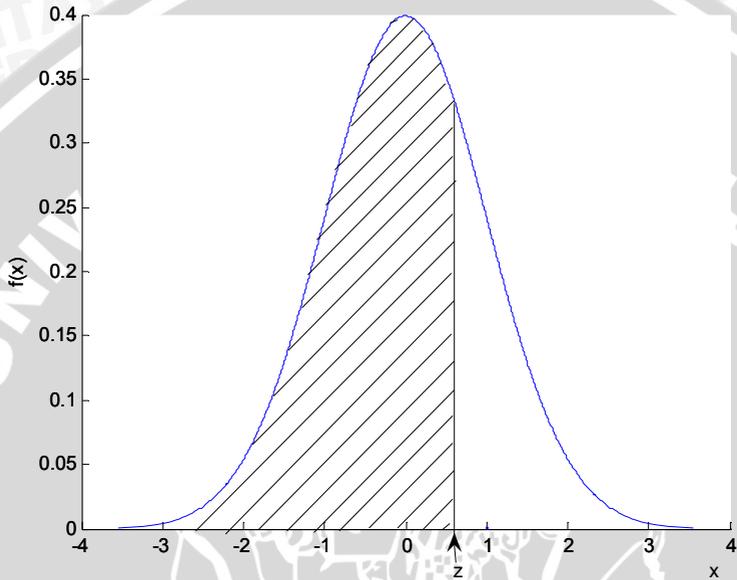
Jika dikehendaki probabilitas suatu *event* akan diselesaikan pada atau sebelum/sesudah waktu penyelesaian yang direncanakan ( $SD$ ), probabilitas ini diberikan dengan:

$$\begin{aligned} P(T \leq SD) &= \int_{-\infty}^{SD} N(TE, \sigma_{TE}^2) dt \\ &= \int_{-\infty}^{(SD-TE)/\sigma_{TE}} N(0,1) dt \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$= \int_{-\infty}^x N(0,1) dt \quad (2.13)$$

Untuk menghitung peluang suatu *event*  $j$  (persamaan 2.13), dilakukan dengan tabel normal baku (lihat lampiran), di mana harga  $x$  suatu peubah acak  $Z$  adalah:

$$x(j) = \frac{SD(j) - TE(j)}{\sigma_{TE}(j)} = \frac{SD(j) - TE(j)}{\sqrt{SIGTE(j)}} \quad (2.14)$$



**Gambar 2.13.** Kurva Normal

Luas daerah yang diarsir di bawah kurva normal merupakan nilai dari peluang suatu *event* akan diselesaikan pada atau sebelum/sesudah waktu penyelesaian yang direncanakan ( $P(T \leq SD)$ ).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Sumber Data

Pada skripsi ini digunakan contoh data sekunder tentang pembuatan gudang yang diambil dari buku karya Gillet berjudul *Introduction to Operation Research* sebagai bahan untuk dikaji dan diteliti. Data-data tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.1.** Data Probabilistik untuk Penjadwalan Proyek Pembuatan Gudang

Kode Akt.	Aktivitas	<i>a</i> Hari	<i>m</i> Hari	<i>b</i> Hari
a	Memperoleh pengabsahan pimpinan bersama (awal proyek)	3	6	9
b	Mengadakan perundingan-perundingan dengan subkontraktor	2	4	8
c	Memilih letak gudang dan penggalian lubang untuk pondasi	6	8	10
d	Menghasilkan struktur baja untuk rangka	11	16	21
e	Menghasilkan beton untuk pondasi	2	4	6
f	Menghasilkan bingkai cendela dan bingkai pintu luar	6	8	12
g	Memperoleh persediaan dinding luar dan atap	2	4	6
h	Menuangkan beton untuk pondasi	10	11	16
i	Meletakkan tumpu-tumpu gudang	5	6	11
j	Menegakkan rangka baja	9	12	15
k	Memperoleh tegel dan memasangnya	6	10	14
l	Menegakkan dinding-dinding luar	22	25	28
m	Memperoleh papan atap	10	13	16
n	Memasang atap	3	4	9
o	Pekerjaan listrik-subkontraktor	9	11	15

Kode Akt.	Aktivitas	a Hari	m Hari	b Hari
p	Pasang pipa air subkontraktor	8	11	14
q	Memasang sekat dinding dalam	11	16	21
r	Mengecat bagian dalam	4	6	10
s	Memasang tangki bahan bakar dan sistem pemasangan	9	11	17
t	Membuat saluran air	6	9	12
u	Membuat jalan mobil dan tempat parkir-subkontraktor	10	13	16
v	Pengisian kembali sekeliling gedung dan menilai	7	9	11
w	Pembersihan gedung dan tanah-tanah	3	3	3
x	Memperoleh penerimaan pekerjaan (akhir proyek)	4	6	10

### 3.2 Analisis Data

Perencanaan PERT memuat langkah-langkah sebagai berikut:

1. mengkonstruksi PERT Network
2. mengestimasi waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas dan variannya
3. menentukan waktu-waktu penyelesaian event-event:
4. menentukan lintasan kritis (SE)

PERT sebagai alat penilaian dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. mengestimasi waktu penyelesaian pada masing-masing event dan variannya
2. menghitung peluang event dengan tabel distribusi standar normal jika diberikan suatu jadwal.

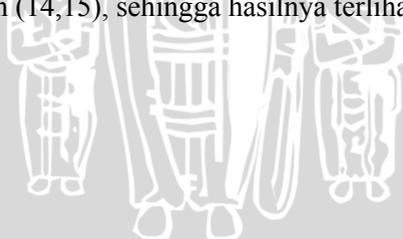
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

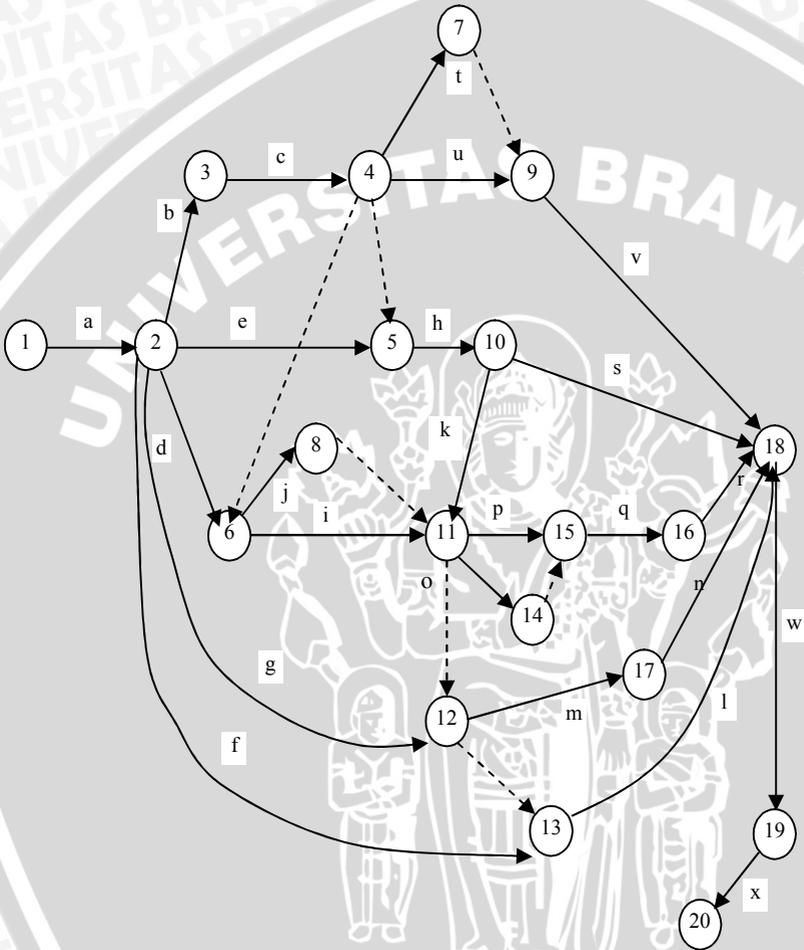
### 4.1 PERT Sebagai Dasar Perencanaan

Perencanaan adalah suatu proses kegiatan pengolahan yang dinamis dalam rangka penentuan syarat-syarat terhadap sumber-sumber proyek serta urutan penggunaan dalam berbagai macam operasi yang harus dilakukan untuk mencapai sasaran proyek. Langkah-langkah yang dilakukan dalam suatu perencanaan dengan *PERT Network* adalah sebagai berikut:

#### 4.1.1. Mengkonstruksi *PERT Network*

Setiap aktivitas pada proyek pembuatan gudang ini diilustrasikan dengan gambar anak panah. Pangkal anak panah sebagai awal, dan ujungnya sebagai akhir suatu *event*. Anak panah menggambarkan apa yang dikerjakan mendahului, sebelum kegiatan itu dikerjakan. Sedangkan anak panah yang bergambar putus-putus merepresentasikan aktivitas *dummy*, yaitu aktivitas untuk menggambarkan kegiatan yang tidak memakan waktu, yang dimaksudkan untuk menghindari dua kegiatan diwakili oleh pangkal dan ujung anak panah yang sama, dengan tujuan untuk memberikan gambaran urutan yang benar. Berdasarkan Tabel 3.1, didapat urutan aktivitas-aktivitas yang saling bergantung, sehingga terbentuk suatu *PERT Network*. Dalam *PERT Network* ini terdapat aktivitas-aktivitas *dummy*, yaitu pada aktivitas (4,5), (4,6), (7,9), (8,11), (11,12), (12,13), dan (14,15), sehingga hasilnya terlihat pada Gambar 4.1.





**Gambar 4.1. PERT Network**

#### 4.1.2 Menghitung Estimasi Waktu Yang Diperlukan Untuk Setiap Aktivitas Dan Variannya

Setelah dikonstruksi seperti terlihat pada Gambar 4.1, dihitung mean dan variannya untuk tiap-tiap aktivitas. Berdasarkan pada tiga estimasi waktu untuk tiap aktivitas yang dijelaskan dalam Sub Bab

2.5.2, diperoleh mean ( $ET$ ) dan varian ( $SIG$ ) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1.** Estimasi Waktu Aktivitas

I	J	$a(I, J)$	$b(I, J)$	$c(I, J)$	$ET(I, J)$	$SIG(I, J)$
1	2	3.000	6.000	9.000	6.000	1.000
2	3	2.000	4.000	8.000	4.333	1.000
2	5	2.000	4.000	6.000	4.000	0.444
2	6	11.000	16.000	21.000	16.000	2.778
2	12	2.000	4.000	6.000	4.000	0.444
2	13	6.000	8.000	12.000	8.333	1.000
3	4	6.000	8.000	10.000	8.000	0.444
4	5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	7	6.000	9.000	12.000	9.000	1.000
4	9	10.000	13.000	16.000	13.000	1.000
5	10	10.000	11.000	16.000	11.667	1.000
6	8	9.000	12.000	15.000	12.000	1.000
6	11	5.000	6.000	11.000	6.667	1.000
7	9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	18	7.000	9.000	11.000	9.000	0.444
10	11	6.000	10.000	14.000	10.000	1.778
10	18	9.000	11.000	17.000	11.667	1.778
11	12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	14	9.000	11.000	15.000	11.333	1.000
11	15	8.000	11.000	14.000	11.000	1.000
12	13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	17	10.000	13.000	16.000	13.000	1.000
13	18	22.000	25.000	28.000	25.000	1.000
14	15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	16	11.000	16.000	21.000	16.000	2.778
16	18	4.000	6.000	10.000	6.333	1.000
17	18	3.000	4.000	9.000	4.667	1.000
18	19	3.000	3.000	3.000	3.000	0.000
19	20	4.000	6.000	10.000	6.333	1.000

#### 4.1.3. Menghitung Waktu Penyelesaian Tiap Event

Setiap aktivitas dalam suatu PERT *Network* mempunyai waktu penyelesaian tercepat  $ET$ , yang digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat dari setiap *event*, di mana jumlah yang terbesar

dari lintasan yang mungkin terutama dari *event* permulaan hingga *event* yang diberikan, adalah waktu penyelesaian tercepat yang diharapkan untuk *event*(*SIG*) yang telah didapatkan di Tabel 4.1. Kemudian dihitung variannya(*SIGTE*), yaitu jumlah varian waktu-waktu ( $\sigma^2$ ) dari aktivitas pada lintasan (*path*) yang digunakan untuk menghitung *TE*. Setelah itu dilakukan penghitungan waktu paling lambat yang diperkenankan(*TL*), waktu-waktu aktivitas secara kumulatif dikurangkan dari waktu penyelesaian proyek yang direncanakan sepanjang berbagai lintasan antara waktu penyelesaian *event* paling lambat yang diperkenankan. Setelah penghitungan tersebut, dilakukan penghitungan waktu luang(*SE*) dengan cara mengurangkan *TL* dengan *TE* untuk setiap *event*. Hasilnya terdapat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Waktu Penyelesaian *Event*

<b>J</b>	<b>TE (J)</b>	<b>SIGTE(J)</b>	<b>TL (J)</b>	<b>SE (J)</b>
1	0.000	0.000	-3.000	-3.000
2	6.000	1.000	3.000	-3.000
3	10.333	2.000	7.333	-3.000
4	18.333	2.444	15.333	-3.000
5	18.333	2.444	15.333	-3.000
6	22.000	3.778	25.000	3.000
7	27.333	3.444	61.667	34,333
<b>8</b>	34.000	4.778	37.000	3.000
9	31.333	3.444	61.667	30.333
10	30.000	3.444	27.000	-3.000
11	40.000	5.222	37.000	-3.000
12	40.000	5.222	45.667	5.667
13	40.000	5.222	45.667	5.667
14	51.333	6.222	48.333	-3.000
15	51.333	6.222	48.333	-3.000
16	67.333	9.000	64.333	-3.000
17	53.000	6.222	66.000	13.000
18	73,667	10.000	70.667	-3.000
19	76.667	10.000	73.667	-3.000
20	83.000	11.000	80.000	<b>-3.000</b>

#### 4.1.4. Memperoleh Lintasan Kritis

Berdasar dari perolehan data pada Tabel 4.2, dicari suatu lintasan kritis pada proyek dapat yang diperoleh setelah penghitungan waktu tercepat yang diharapkan berikut jumlah variannya, dan waktu paling lambat yang diperkenankan. Hal ini dikarenakan dalam penentuan lintasan kritis terdapat tiga syarat yang harus dipenuhi yang tertera pada sub bab 2.5.4. Setelah didapatkan nilai  $SE(J)$  pada Tabel 4.2, maka dalam hal ini,  $SE(M) = SE(20)$ ,  $TL(M) - TL(20) = 80.000 - 83.000 = -3.000$ . lebih jelasnya dapat dilihat Tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Penentuan Lintasan Kritis

<b>I</b>	<b>J</b>	<b><i>ET (I, J)</i></b>	<b><i>TL(I) – E(I)</i></b>	<b><i>TL(J) – TE(J)</i></b>	<b><i>TE(J) – TE(I)</i></b>	<b><i>TL(J) – TL(I)</i></b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>6.000</b>	<b>6.000</b>
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4.333</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>4.333</b>	<b>4.333</b>
2	5	4.000	-3.000	-3.000	12.333	12.333
2	6	16.000	-3.000	3.000	16.000	22.000
2	12	4.000	-3.000	5.667	34.000	42.667
2	13	8.333	-3.000	5.667	34.000	42.667
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>8.000</b>	<b>8.000</b>
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
4	6	0.000	-3.000	3.000	3.667	9.667
4	7	9.000	-3.000	34.333	9.000	46.333
4	9	13.000	-3.000	30.333	13.000	46.333
<b>5</b>	<b>10</b>	<b>11.667</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>11.667</b>	<b>11.667</b>
6	8	12.000	3.000	3.000	12.000	12.000
6	11	6.667	3.000	-3.000	18.000	12.000
7	9	0.000	34.333	30.333	4.000	0.000
8	11	0.000	3.000	-3.000	6.000	0.000
9	18	9.000	30.333	-3.000	42.333	9.000
<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>
10	18	11.667	-3.000	-3.000	43.667	43.667
11	12	0.000	-3.000	5.667	0.000	8.000
<b>11</b>	<b>14</b>	<b>11.333</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>11.333</b>	<b>11.333</b>
11	15	11.000	-3.000	-3.000	11.333	11.333
12	13	0.000	5.667	5.667	0.000	0.000
12	17	13.000	5.667	13.000	13.000	20.337
13	18	25.000	5.667	-3.000	33.667	25.000
<b>14</b>	<b>15</b>	<b>0.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>16.000</b>	<b>16.000</b>
<b>16</b>	<b>18</b>	<b>6.333</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>6.333</b>	<b>6.333</b>
17	18	4.667	13.000	-3.000	20.667	4.667
<b>18</b>	<b>19</b>	<b>3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>3.000</b>	<b>3.000</b>
<b>19</b>	<b>20</b>	<b>6.333</b>	<b>-3.000</b>	<b>-3.000</b>	<b>6.333</b>	<b>6.333</b>

Catatan: data yang bercetak miring dan tebal merupakan aktivitas dari  $I$  ke  $J$  yang berada pada lintasan kritis.

Dari Tabel 4.3, maka dapat dipastikan lintasan-lintasan yang memenuhi syarat untuk dijadikan lintasan kritis, yaitu dari penggabungan hasil perolehan data pada Tabel 4.2 dan 4.3. Hasil dari data pada Tabel 4.2 menunjukkan waktu luang akhir ( $SE$ ). Dalam kasus ini,  $SE = -3.000$  (angka dicetak tebal dan ditulis miring). Kemudian pada Tabel 4.3 terlihat jelas bahwa terdapat aktivitas-aktivitas tertentu di mana waktu luang untuk masing-masing aktivitas I dan J bernilai sama dengan waktu luang *event* akhir (dalam kasus ini  $SE(20)$ ) yang diperoleh dari Tabel 4.2. setelah itu diperhatikan bahwa terdapat aktivitas-aktivitas tertentu pula di mana  $TE(J) - TE(I) = TL(J) - TL(I)$ , di mana nilainya sama dengan nilai  $ET(I, J)$ . Hasil-hasil pada aktivitas tertentu inilah yang merupakan lintasan-lintasan kritisnya. Lintasan kritis pada PERT Network dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Lintasan Kritis dengan garis bercetak tebal (1→2→3→4→5→10→11→14→15→16→18→19→20)

## 4.2 PERT Sebagai Alat Penilaian

### 4.2.1 Penghitungan $TE(J)$ dan $SIGTE(J)$ untuk memperoleh nilai $x(j)$

Setelah dilakukan penghitungan  $TE(J)$  dan variannya ( $SIGTE(J)$ ), dilakukan perhitungan  $x(j)$  jika jadwal setiap *event j* ( $SD(J)$ ) diberikan. Perhitungannya seperti tertera pada sub bab 2.13. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Penghitungan nilai  $x(j)$

J	$SD(J)$	$TE(J)$	$SIGTE(J)$	$x(j)$
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	6.000	6.000	1.000	0.000
3	10.000	10.333	2.000	-0.236
4	18.000	18.333	2.444	-0.213
5	18.000	18.333	2.444	-0.213
6	22.000	22.000	3.778	0.000
7	27.000	27.333	3.444	-0.180
8	34.000	34.000	4.778	0.000
9	31.000	31.333	3.444	-0.180
10	29.000	30.000	3.444	-0.539
11	39.000	40.000	5.222	-0.438
12	39.000	40.000	5.222	-0.438
13	39.000	40.000	5.222	-0.438
14	50.000	51.333	6.222	-0.535
15	50.000	51.333	6.222	-0.535
16	66.000	67.333	9.000	-0.444
17	52.000	53.000	6.222	-0.401
18	72.000	73,667	10.000	-0.527
19	75.000	76.667	10.000	-0.527
20	80.000	83.000	11.000	-0.905

### 4.2.2 Peluang *Event*

Penghitungan PERT digunakan untuk memperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh suatu proyek, sehingga dihitung kemungkinan (probabilitas) waktu yang dibutuhkan pada suatu proyek atau *event* pada khususnya. Di sini digunakan ilmu Statistik dan Teori Kemungkinan, sebab telah diketahui bahwa dalam penggunaan PERT *Network* digunakan tiga estimasi waktu, sehingga dapat diketahui bahwa semua nilai waktu yang terdapat dalam PERT *Network* memuat unsur ketidakpastian. Kemudian probabilitas suatu

*event* di mana dapat diselesaikan pada waktu, sebelum, ataupun sesudah waktu penyelesaian yang direncanakan dilakukan dengan perhitungan berikut:

Misalkan untuk *event* 10, dengan  $TE(10) = 30$ , dengan  $SIGTE(10) = 3.444$ , dan  $SD(10) = 29$ .

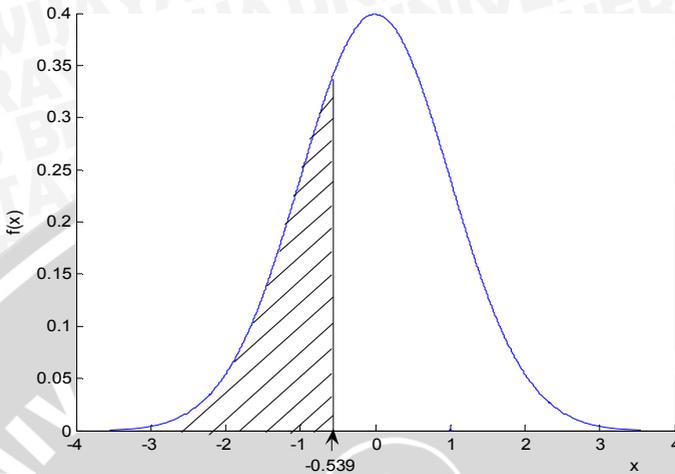
Dari persamaan (2.14) pada bab II, diperoleh harga  $x$ :

$$\begin{aligned} x(j) = x(10) &= \frac{SD(10) - TE(10)}{\sigma_{TE}(10)} = \frac{SD(10) - TE(10)}{\sqrt{SIGTE(10)}} \\ &= \frac{29 - 30}{3.444} = -0.539 \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.12) dan (2.13) diperoleh peluang *event*:

$$\begin{aligned} P(T \leq SD(10)) &= \int_{-\infty}^{29} N(30; 3,44) dt \\ &= \int_{-\infty}^{x(10)} N(0, 1) dx \\ &= \int_{-\infty}^{-0.539} N(0, 1) dx \\ &= 0.2946 \end{aligned}$$

Hasilnya dapat digambarkan dalam luas daerah yang diarsir di bawah kurva normal pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Kurva Normal pada *event* 10.

Untuk peluang *event* dalam proyek selengkapnya disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5.** Perolehan Peluang dengan Tabel Normal Standar

<i>Event J</i>	<i>TE (J)</i>	<i>SD(J)</i>	<i>SIGTE (J)</i>	<i>x (J)</i>	<i>PROB(J)</i>
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.5000
2	6.000	6.000	1.000	0.000	0.5000
3	10.333	10.000	2.000	-0.236	0.4052
4	18.333	18.000	2.444	-0.213	0.4168
5	18.333	18.000	2.444	-0.213	0.4168
6	22.000	22.000	3.778	0.000	0.50000
7	27.333	27.000	3.444	-0.180	0.4286
<b>8</b>	34.000	34.000	4.778	0.000	0.50000
9	31.333	31.000	3.444	-0.180	0.4286
10	30.000	29.000	3.444	-0.539	0.2946
11	40.000	39.000	5.222	-0.438	0.3300
12	40.000	39.000	5.222	-0.438	0.3300
13	40.000	39.000	5.222	-0.438	0.3300
14	51.333	50.000	6.222	-0.535	0.2946
15	51.333	50.000	6.222	-0.535	0.2946
16	67.333	66.000	9.000	-0.444	0.3300
17	53.000	52.000	6.222	-0.401	0.3446
18	73.667	72.000	10.000	-0.527	0.2981
19	76.667	75.000	10.000	-0.527	0.2981
20	83.000	80.000	11.000	-0.905	0.1814

Yang penting untuk diperhatikan adalah pada *event* yang terakhir, di mana waktu penyelesaian akhir yang direncanakan ( $SD(20)$ ) adalah 80 hari, sedangkan waktu tercepat yang diharapkan ( $TE(20)$ ) adalah 83 hari. Sehingga nilai  $TE$  tersebut adalah waktu yang didapat untuk menyelesaikan proyek yang berakhir sesudah waktu yang direncanakan ( $SD$ ), yang memiliki peluang 0.1814.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB V PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada Skripsi ini, diperoleh kesimpulan bahwa PERT *Network* dapat digunakan sebagai metode dasar penjadwalan proyek, di mana dari hasil pengkonstruksiannya, didapatkan urutan langkah setiap *event* dan aktivitas yang jelas, sehingga dapat diperoleh proses penghitungan estimasi waktu penyelesaian yang diharapkan dan probabilitasnya dengan tepat.

### 4.2 Saran

Sebagai pengembangan dalam bahan kajian selanjutnya, dapat dibahas mengenai penelitian manajemen proyek, yang dapat mengulas lebih dalam mengenai permasalahan yang ada pada suatu proyek, seperti masalah biaya, tenaga, dan fasilitas-fasilitas lain yang dibutuhkan pada suatu proyek.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009a. Graf. ITB. Bandung.  
<http://kur2003.if.itb.ac.id/file/IntroGraph.pdf>  
tanggal akses : 27-07-2009
- Anonim, 2009b. *The Free Encyclopedia*. Wikipedia.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Gantt\\_chart](http://en.wikipedia.org/wiki/Gantt_chart)  
tanggal akses : 02-08-2009
- Chartrand, G and Zhang, P. 2005. *Introduction to Graph Theory*. Mc. Graw Hill. Singapore.
- Gillet, B. E. 1979. *Introduction to Operation Research*. Mc. Graw Hill Publishing Company Ltd, New Delhi.
- Grimaldi, R.P. 1994. *Discrete and Combinatorial Mathematics an Applied Introdutcion*. Addison-Wesley Publishing company, inc. Massachussets.
- Heizer & Render, 2005. *Optimisasi Waktu Kerja dengan Analisa Network(PERT) pada PT Maju Gemilang Mandiri*. The 2<sup>nd</sup> National Conference UKWMS. The 2<sup>nd</sup> National Conference UKWMS. Surabaya.  
<http://lpks1.wima.ac.id/pphks/accurate/abstrak/moss.pdf>  
tanggal akses : 25-07-2009
- Marsudi. 2006. *Pengantar Teori Graph*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya.
- Nurmatias. 2007. *Teori Jaringan Kerja*. Fakultas Ekonomi. Universitas Mercu Buana. Jakarta.  
<http://pksm.mercubuana.ac.id/modul/310037430634829323.doc>

tanggal akses : 26-07-2009

Roman, S. 1989. *An Introduction to Discrete Mathematics*. Harcourt  
Brace Jovanovich.

Walpole, 1986. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan  
Ilmuwan*. ITB. Bandung.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**LAMPIRAN**