

BAB II

PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE

PENDAHULUAN

Konsep network ini mula –mula di susun oleh perusahaan jasa konsultan manajemen boaz, Allen, dan Hamilton, yang disusun untuk perusahaan pesawat terbang Lockheed. Kebutuhan penyusunan network ini dirasakan karena perlu adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pabrik yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini di lakukan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan itu dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat di peroleh efisiensi kerja.

Masalah penjadwalan, perencanaan, dan pengawasan suatu proyek dari segi waktu biasanya dianalisis dengan salah satu model jaringan yang dinamakan Critical Path Method (CPM) atau Program Evaluation And Review Tehnique (PERT). CPM dan PERT pada dasarnya serupa, bedanya CPM adalah teknik deterministic sedangkan PERT bersifat probabilistik. Pada teknik deterministic, waktu kegiatan diasumsikan diketahui dengan pasti, sehingga merupakan nilai tunggal. Sedangkan pada PERT waktu kegiatan merupakan variable random yang memiliki distribusi probabilistik.

Salah satu tujuan dari analisis CPM/PERT adalah untuk menentukan waktu terpendek yang diperlukan untuk merampung proyek atau menentukan critical path, yaitu jalur dalam jaringan yang membutuhkan waktu penyelesaian paling lama. Kegiatan-kegiatan yang dilewati critical path dinamakan kegiatan kritis. Keterlambatan penyelesaian salah satu kegiatan ini akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek.

PEMBUATAN NETWORK

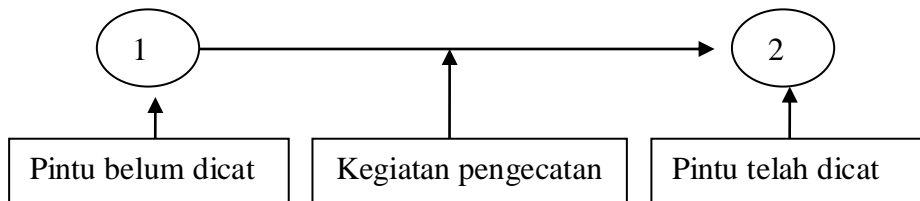
Model Jaringan tersusun atas beberapa komponen utama:

- **Kegiatan (*activity*)**, adalah suatu pekerjaan atau tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan periode waktu, biaya serta fasilitas tertentu. Biasanya diberi simbol

anak panah.

- **Peristiwa (*event*)**, yaitu permulaan atau akhir suatu kegiatan. Biasanya peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau nodes.
- **Kegiatan semu (*dummy*)**, yaitu kegiatan yang tidak nyata. Suatu dummy activity tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

Sebagai contoh yang menunjukkan hubungan antara events dengan activities ini adalah pekerjaan mengecat pintu. Event pertama adalah pintu masih kotor belum dicat, kemudian dilakukan kegiatan pengecatan, dan akhirnya setelah kegiatan pengecatan selesai kita peroleh event kedua, yaitu pintu telah dicat. Untuk lebih jelasnya contoh ini dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



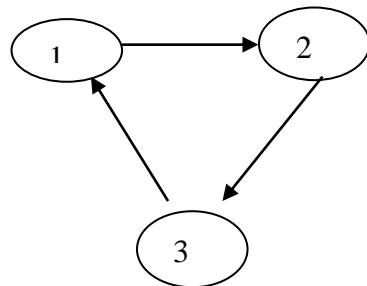
Adapun kegunaan dari kegiatan semu antara lain :

- Untuk menghindari terjadinya dua kejadian yang dihubungkan oleh lebih dari dari satu kegiatan.
- Dengan asumsi sebelumnya yang dikatakan bahwa network hanya dimulai dari satu kejadian awal yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahuluinya. Terkadang harus ditambahkan satu kejadian semu pada awal suatu network, satu kejadian semu pada akhir network dan kegiatan-kegiatan semu yang menghubungkan kejadian awal atau akhir dengan kejadian-kejadian di dalam network, apabila network dimulai atau diakhiri oleh beberapa kejadian.
- Kegunaan dummy activities itu untuk menunjukan urutan-pekerjaan secara tepat.

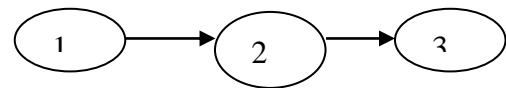
HAL YANG PERLU DI PERHATIKAN DALAM ANALISA NETWORK.

Untuk bisa melakukan analisa network, kita harus memperhatikan hal-hal berikut :

1. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus selesai dikerjakan.
2. Gambar anak panah hanya sekedar menunjukkan urutan-urutan di dalam mengerjakan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
3. Nodes (lingkaran yang menunjukkan kejadian) diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak terdapat nodes yang mempunyai nomor sama. Untuk menghindari arah anak panah yang berulang kembali –kembali (lihat gambar 2.2a), biasanya nomor yang lebih kecil diletakan pada awal anak panah, sedang pada akhir anak panah diberi nomor lebih besar (lihat gambar 2.2b.).



gambar 2.2a



gambar 2.2b

4. Dua buah kejadian (events) hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
5. Network hanya dimulai dari satu kejadian awal (Initial event) yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahuluinya. Disamping itu networks diakhiri oleh satu kejadian saja (terminal events)

DISTRIBUSI PROBALILITAS BETA

Seringkali waktu penyelesaian kegiatan tidak diketahui dengan pasti atau merupakan variabel random. Maka diperlukan asumsi tertentu tentang bentuk distribusi waktu penyelesaian kegiatan. Bentuk probabilistic waktu penyelesaian

kegiatan tersebut dapat menggunakan distribusi beta.

Setiap kegiatan diasumsikan memberikan tiga kemungkinan waktu penyelesaian, yaitu:

- A. *Optimistic time* (a), ialah waktu terpendek untuk menyelesaikan kegiatan. Probabilitas waktu penyelesaian lebih pendek dan waktu ini sangat kecil.
- B. *Most likely time* (m), ialah waktu yang paling mungkin untuk menyelesaikan kegiatan.
- C. *Pessimistic time* (b), ialah waktu terlama untuk menyelesaikan kegiatan. Probabilitas waktu penyelesaian lebih panjang dari waktu ini sangat kecil.

PERT mengasumsikan bahwa penyelesaian kegiatan mengikuti distribusi beta, dengan rata-rata (t_{ij}) dan varian (v_{ij}) seperti berikut:

$$t_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}$$

$$v_{ij} = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2$$

PERT juga mengasumsikan bahwa waktu kegiatan adalah Independen secara statistik, sehingga rata-rata dan varians waktu-waktu kegiatan itu dapat dijumlahkan untuk menghasilkan rata-rata dan varians waktu penyelesaian proyek. PERT juga mengasumsikan bahwa rata-rata dan varians waktu penyelesaian proyek mengikuti distribusi normal

Penjadwalan Kegiatan

Analisis PERT juga bertujuan menentukan jadwal kegiatan yang dapat menerangkan kapan kegiatan ini dimulai dan berakhir. Penjadwalan itu juga dapat menentukan *critical path* (sekaligus waktu minimum yang diperlukan untuk

menyelesaikan proyek) dan kegiatan apa saja yang dapat ditunda dan berapa lama.

1. **Earliest Time** : Waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek

$$\text{Earliest Time (ET}_i\text{)} = \text{Maks } \{ \text{ET}_i + t_{ij} \}$$

2. **Latest Time** : Waktu terakhir (paling lama) suatu event dapat direalisasikan tanpa menunda waktu penyelesaian proyek

$$\text{Latest Time (LT}_i\text{)} = \text{Min } \{ \text{LT}_i - t_{ij} \}$$

3. **Slack Kegiatan** : Waktu dimana suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek dengan waktu minimum

$$S_{ij} = \text{LT}_j - \text{ET}_i - t_{ij}$$

Contoh Soal

1. Dibawah ini tabel perkiraan waktu perakitan sebuah mesin pabrik

Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	a_{ij}	m_{ij}	b_{ij}	t_{ij}	v_{ij}
A	-	10	11	12		
B	A	3	5	7		
C	A	7	10	13		
D	B,C	21	22	23		

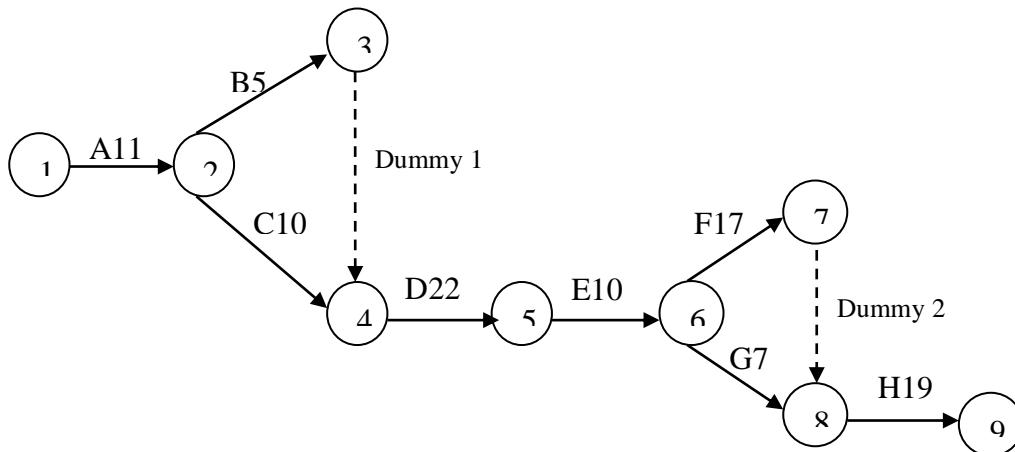
E	D	8	10	12		
F	E	14	17	20		
G	E	7	7	7		
H	F,G	18	19	20		

Berdasarkan data diatas tentukanlah :

- Gambarkan Jaringan
- Tentukan Distribusi Beta
- Tentukanlah Jalur Kritis
- Tentukanlah Probabilitas proyek dikerjakan lebih dari 92 minggu.

Jawaban

a. Gambar Jaringan



b. Distribusi Beta

	$t_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}$		$V_{ij} = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2$
A	$t_{12} = 11$		$V_{12} = \frac{1}{9}$

B	$t_{23} = 5$		$V_{23} = \frac{4}{9}$
C	$t_{24} = 10$		$V_{24} = 1$
D	$t_{45} = 22$		$V_{45} = \frac{1}{9}$
E	$t_{56} = 10$		$V_{56} = \frac{1}{9}$
F	$t_{67} = 17$		$V_{67} = 1$
G	$t_{68} = 7$		$V_{68} = 0$
H	$t_{89} = 19$		$V_{89} = \frac{1}{9}$

c. Penentuan Jalur Kritis

<p>Jalur 1 (A-B-DUMMY1-D-E-F-DUMMY2-H)</p> <p>$ET_1 = 0$</p> <p>$ET_2 = 0 + 11 = 11$</p> <p>$ET_3 = 11 + 5 = 16$</p> <p>$ET_4 = 16 + 0 = 16$</p> <p>$ET_5 = 16 + 22 = 38$</p> <p>$ET_6 = 38 + 10 = 48$</p> <p>$ET_7 = 48 + 17 = 65$</p> <p>$ET_8 = 65 + 0 = 65$</p> <p>$ET_9 = 65 + 19 = 84$</p> <p>$LT_9 = 84$</p> <p>$LT_8 = 84 - 19 = 65$</p>	<p>Jalur 2 (A-B-DUMMY1-D-E-G-H)</p> <p>$ET_1 = 0$</p> <p>$ET_2 = 0 + 11 = 11$</p> <p>$ET_3 = 11 + 5 = 16$</p> <p>$ET_4 = 16 + 0 = 16$</p> <p>$ET_5 = 16 + 22 = 38$</p> <p>$ET_6 = 38 + 10 = 48$</p> <p>$ET_7 = 48 + 7 = 55$</p> <p>$ET_8 = 55 + 19 = 74$</p> <p>$LT_8 = 74$</p> <p>$LT_7 = 74 - 19 = 55$</p>
--	---

$LT_7 = 65 - 0 = 65$	$LT_6 = 55 - 17 = 48$
$LT_6 = 65 - 17 = 48$	$LT_5 = 48 - 10 = 38$
$LT_5 = 48 - 10 = 38$	$LT_4 = 38 - 22 = 16$
$LT_4 = 38 - 22 = 16$	$LT_3 = 16 - 0 = 16$
$LT_3 = 16 - 0 = 16$	$LT_2 = 16 - 5 = 11$
$LT_2 = 16 - 5 = 11$	$LT_1 = 11 - 11 = 0$
$LT_1 = 11 - 11 = 0$	

<p>Jalur 3 (A-C-D-E-F-DUMMY2-H)</p> <p>$ET_1 = 0$</p> <p>$ET_2 = 0 + 11 = 11$</p> <p>$ET_3 = 11 + 10 = 21$</p> <p>$ET_4 = 21 + 22 = 43$</p> <p>$ET_5 = 43 + 10 = 53$</p> <p>$ET_6 = 53 + 17 = 70$</p> <p>$ET_7 = 70 + 0 = 70$</p> <p>$ET_8 = 70 + 19 = 89$</p> <p>$LT_8 = 89$</p> <p>$LT_7 = 89 - 19 = 70$</p> <p>$LT_6 = 70 - 0 = 70$</p> <p>$LT_5 = 70 - 17 = 53$</p> <p>$LT_4 = 53 - 10 = 43$</p> <p>$LT_3 = 43 - 22 = 21$</p> <p>$LT_2 = 21 - 10 = 11$</p> <p>$LT_1 = 11 - 11 = 0$</p>	<p>Jalur 4 (A-C-D-E-G-H)</p> <p>$ET_1 = 0$</p> <p>$ET_2 = 0 + 11 = 11$</p> <p>$ET_3 = 11 + 10 = 21$</p> <p>$ET_4 = 21 + 22 = 43$</p> <p>$ET_5 = 43 + 10 = 53$</p> <p>$ET_6 = 53 + 7 = 60$</p> <p>$ET_7 = 60 + 19 = 79$</p> <p>$LT_7 = 79$</p> <p>$LT_6 = 79 - 19 = 60$</p> <p>$LT_5 = 60 - 7 = 53$</p> <p>$LT_4 = 53 - 10 = 43$</p> <p>$LT_3 = 43 - 22 = 21$</p> <p>$LT_2 = 21 - 10 = 11$</p> <p>$LT_1 = 11 - 11 = 0$</p>
--	---

Jalur Kritis proyek adalah 1-2-4-5-6-7-8-9 (kegiatan A-C-D-E-F-DUMMY2-H)

d. Probabilitas proyek dikerjakan lebih dari 92 minggu

$\begin{aligned}\mu &= t_{12} + t_{24} + t_{45} + t_{56} + t_{67} + t_{78} + t_{89} \\ &= 11 + 10 + 22 + 10 + 17 + 0 + 19 \\ &= 89\end{aligned}$	$\begin{aligned}\sigma^2 &= V_{12} + V_{25} + V_{57} + V_{78} + V_{25} + V_{57} + V_{78} \\ &= \frac{1}{9} + 1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + 0 + 0 + \frac{1}{9} \\ &= \frac{13}{9}\end{aligned}$
--	---

$P (t_{ij} \geq 92)$

$$P (t_{ij} \geq 92) = P z \geq \frac{92 - \mu}{\sqrt{\sigma^2}}$$

$$= P z \geq \frac{92 - 89}{\sqrt{13/9}}$$

$$= P z \geq \frac{3}{1,2018}$$

$$= P z \geq 2,49625 \text{ (dibulatkan menjadi 2,4)}$$

$$= 0,5 - 0,4918$$

$$= 0,0082$$