

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Penjadwalan**

Jadwal menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan urutan kerja, daftar atau tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci.

Sedangkan pengertian penjadwalan adalah proses, cara, perbuatan menjadwalkan atau memasukkan ke dalam jadwal.

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, jadwal merupakan pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan urutan kerja. Jadwal juga didefinisikan sebagai daftar atau tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yang terperinci. Kebanyakan orang terbiasa dengan jadwal pelajaran yang disajikan sebagai tabel hari dalam seminggu dan jangka waktu. Dapat dilihat bahwa setiap hari dibagi ke dalam jangka waktu. Setiap jangka waktu memiliki daftar mata kuliah yang sedang diajarkan, oleh siapa dan di mana. Jadwal dapat dinyatakan dalam sejumlah cara yang berbeda, masing-masing mahasiswa harus memiliki jadwal sendiri tergantung pada mata pelajaran, begitu juga masing-masing guru dan ruang, semua ini adalah perspektif yang berbeda pada jadwal yang sama.

#### **2.2. *Fuzzy Logic Application For Schedulling (FLASH)***

FLASH pada dasarnya sama dengan CPM dalam hal activity on arrow (AOA) diagram dan perhitungannya kecuali karakteristik durasinya. Durasi aktivitas i-j dinyatakan dalam tiga nilai berbeda: batas bawah, paling mungkin, dan

batas atas. Karena FLASH mengasumsikan durasi aktivitas dinyatakan dalam bilangan fuzzy segitiga, ketiga nilai tersebut merupakan nilai l, m, dan u atau  $D_{i-j}(l,m,u)$ . Untuk node i, Early start ( $E_i$ ), dan latest start ( $L_i$ ) merupakan bilangan fuzzy juga tetapi tidak harus selalu bilangan fuzzy segitiga.

### 2.2.1. Perhitungan Maju

Perhitungan maju adalah perhitungan yang dimulai dari node 'start' dan bergerak ke 'end' yang didefinisikan sebagai:

$$E_j = \max \{E_i + D_{ij}\} \quad (1)$$

untuk semua aktivitas yang didefinisikan (i,j) di mana:

$E_i$  : early start node i (dalam bilangan fuzzy)

$E_j$  : early start node j (dalam bilangan fuzzy)

$D_{ij}$  : durasi aktivitas i-j (dalam bilangan fuzzy segitiga)

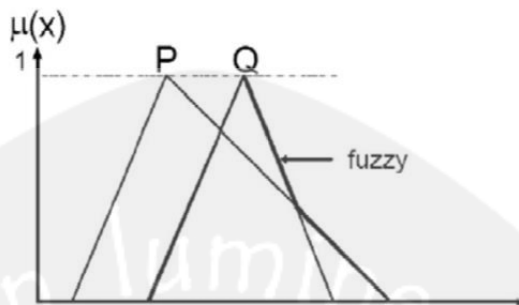
Pada hubungan seri, hanya ada satu aktivitas predesesor, persamaan (1) merupakan penjumlahan antara dua bilangan fuzzy. Masalah akan muncul apabila jumlah aktivitas predesesor lebih dari satu (konvergen), artinya ada beberapa bilangan fuzzy yang harus dibandingkan untuk menentukan bilangan yang paling maksimum. Untuk itu ada suatu operasi yang disebut Fuzzy Max yang merupakan operasi dual dari dua atau lebih bilangan fuzzy. Fuzzy Max didefinisikan sebagai:

$$M \alpha (V) N \alpha = [m_1 V n_1, m_2 V n_2], \text{ atau} \quad (2)$$

$$\mu_{M(V)N}(z) = \max \{ \mu_M(x) \wedge \mu_N(y) \} \quad (3)$$

Secara grafis, Fuzzy Max dipresentasikan dalam Gambar 1. Persamaan (1) dapat dituliskan kembali untuk mendefinisikan derajat keanggotan  $E_j$ :

$$\mu_{E_j} = \max \{ \mu_{E_i + D_{ij}} \} \quad (4)$$



Gambar 1 Contoh Fuzzy max

### 2.2.2. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur menghitung dari node 'end' dan bergerak ke node 'start'. Ini digunakan untuk menentukan latest start node i di mana:

$$L_i = \min_j \{L_j - D_{ij}\} \text{ untuk semua aktivitas } i, j \quad (5)$$

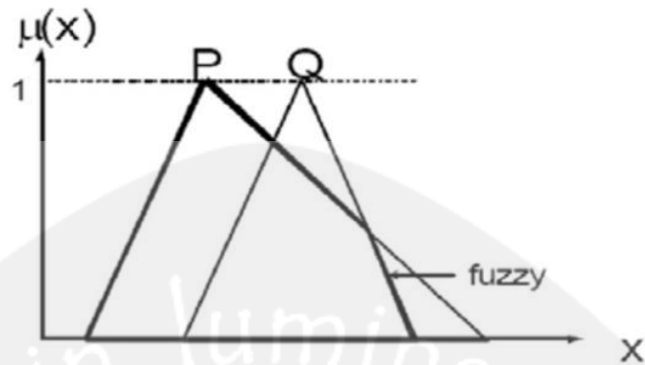
Sama halnya dengan perhitungan maju, bila terdapat hanya satu suksesor,  $L_i$  menjadi pengurangan antara dua bilangan fuzzy,  $L_j$  dan  $D_{ij}$ . Bila terdapat lebih dari satu suksesor (divergen), hal ini membutuhkan perbandingan antar bilangan fuzzy untuk menentukan bilangan fuzzy yang paling minimum. Pada kasus ini, Fuzzy Min bisa diterapkan. Fuzzy Min merupakan operasi dual yang berkaitan dengan irisan (intersection) dan didefinisikan sebagai:

$$M \wedge N = [m_1 \wedge n_1, m_2 \wedge n_2] \text{ atau} \quad (6)$$

$$\mu_{M \wedge N}(z) = \max_x [\mu_M(x) \wedge \mu_N(y)] \quad (7)$$

Fuzzy Min dari dua bilangan fuzzy, P dan Q secara grafis diperlihatkan pada Gambar 2. Persamaan (5) dapat dituliskan kembali untuk menentukan fungsi keanggotaan  $L_i$ :

$$\mu_{L_i} = \min_j \{\mu_{L_j - D_{ij}}\} \quad (8)$$



Gambar 2 contoh fuzzy min

### 2.2.3. Waktu Ambang (Floats)

Waktu ambang adalah sejumlah waktu yg tersedia dalam suatu aktifitas sehingga memungkinkan aktifitas tersebut dapat ditunda tanpa menyebabkan penambahan total durasi proyek.

Ada tiga tipe waktu ambang, waktu ambang total atau total float (TF), waktu ambang bebas atau free float (FF), dan waktu ambang independen atau independent float (IF).

Waktu ambang total suatu aktivitas adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa berpengaruh pada waktu penyelesaian total proyek. Waktu ambang bebas adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa berpengaruh pada ambang total aktivitas sesudahnya, sementara waktu ambang independen adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa mempengaruhi waktu ambang total dari aktivitas suksesor dan predesesor.

TF, FF dan IF dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$TF_{ij} = L_j - E_i - D_{ij} \quad (9)$$

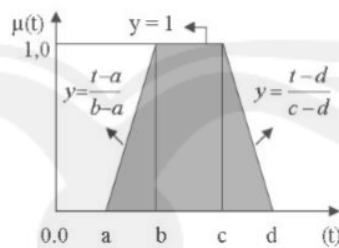
$$FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij}$$

$$IF_{ij} = E_j - L_i - D_{ij}$$

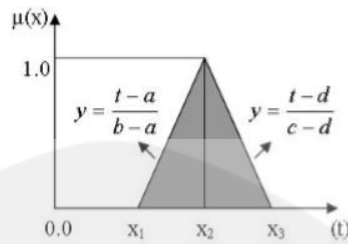
Karena  $E_i$ ,  $E_j$ ,  $L_i$ , and  $D_{ij}$  adalah bilangan fuzzy maka TF, FF dan IF juga merupakan bilangan fuzzy pula.

#### 2.2.4. Fuzzy Number

Secara teoritis fuzzy number memiliki bentuk yang bervariasi. Bagaimanapun, dalam memodelkan persoalan kehidupan nyata, trapezoidal dan triangular fuzzy number paling sering digunakan (Chen dan Hwang 1992). Sebuah trapezoidal fuzzy number (TFN) dapat digambarkan oleh sebuah quadruple  $(a, b, c, d)$ , di mana  $a$  adalah batas bawah,  $d$  adalah batas atas,  $b$  dan  $c$  adalah nilai modal bawah dan atas dan  $t$  adalah sebuah elemen antara  $a$  dan  $d$ . Sebuah triangular fuzzy number merupakan kasus khusus pada TFN di mana nilai  $b=c$ . Fungsi keanggotaan TFN dan Triangular dapat ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 3 Representasi Grafis Fungsi keanggotaan Trapezoidal



Gambar 4 Representasi Grafis Fungsi keanggotaan Triangular

### 2.3. Program Evaluation and Review Technique (*PERT*)

Prosedur yang paling utama dari *teknik penjadwalan proyek* ini dikenal sebagai *PERT (Program Evaluation and Review Technique)* dan *CPM (Critical Path Method)*, yang diantara keduanya terdapat perbedaan penting. Namun kecenderungan pada dewasa ini adalah menggabungkan kedua pendekatan tersebut menjadi apa yang biasa dikenal dengan *PERT-type system*.

Perencanaan suatu proyek terdiri dari tiga tahap :

1. Membuat uraian kegiatan-kegiatan, menyusun logika urutan kejadian-kejadian, menentukan syarat-syarat pendahuluan, menguraikan interaksi dan interdependensi antara kegiatan-kegiatan.
2. Penaksiran waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan, menegaskan kapan suatu kegiatan berlangsung dan kapan berakhir.
3. Menetapkan alokasi biaya dan peralatan guna pelaksanaan tiap kegiatan.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu hal yang penting dalam manajemen proyek, dimana penjadwalan ini memperlihatkan waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja

tertentu. Jadwal proyek berhubungan dengan kejadian, milestone, termasuk Gantt Chart, jaringan kerja proyek, diagram CPM/PERT.

Gantt Chart tidak bisa secara eksplisit menunjukkan keterkaitan antar aktivitas dan bagaimana satu aktivitas berakibat pada aktivitas lain bila waktunya terlambat atau dipercepat, sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap Gantt Chart. Untuk itu dikembangkan teknik baru yang bisa mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada Gantt Chart. Cara baru itu dikenal sebagai jaringan kerja atau Network.

### **2.3.1. Pengertian PERT**

- PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek (Setianingrum, 2011).
- PERT juga merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek-proyek (Nurhayati, 2010).

### **2.3.2. Karakteristik PERT**

Proyek yang kompleks menggunakan metode PERT (Program Evaluation Review Technical), maka akan diketahui :

- Kapan proyek selesai
- Bagaimana urutan pekerjaan, kapan mulainya dan kapan selesainya
- Pekerjaan mana yang paling lama
- Pekerjaan mana yang tertunda
- Pekerjaan mana yang dapat perhatian khusus

### 2.3.3. Perkiraan Waktu

Untuk setiap aktivitas, model biasanya mencakup tiga perkiraan waktu (Soeharto, 2002):

- Waktu Optimis, yaitu perkiraan waktu yang paling singkat bagi penyelesaian aktivitas
- Waktu Perkiraan Paling Mungkin, waktu penyelesaian yang memiliki probabilitas tertinggi (berbeda dengan : waktu yang diharapkan), dan
- Waktu Pesimis, yaitu waktu terpanjang yang mungkin diperlukan suatu kegiatan.

PERT “menimbang” ketiga perkiraan waktu ini untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (mean ) dengan rumusan :

$$\frac{(\text{Waktu Optimis} + (4 \times \text{Waktu Perkiraan Paling Mungkin}) + \text{Waktu Pesimis})}{6}$$

Rumus deviasi standar kegiatan :

$$S = (1/6) * (\text{waktu pesimis} - \text{waktu optimis})$$



Rumus varians kegiatan :

$$S^2 = [(1/6) * (\text{waktu pesimis} - \text{waktu optimis})]^2$$

Mencari nilai Z :

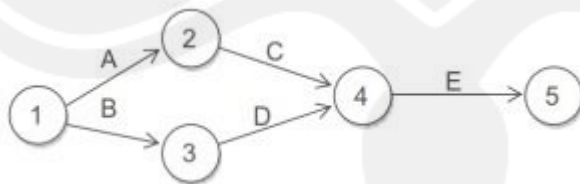
$$Z = (\text{Waktu aktual} - \text{waktu optimal penyelesaian proyek}) / \text{nilai standar deviasi}$$

#### 2.3.4. Keterbatasan dan kelemahan diagram PERT

Keterbatasan dan kelemahan diagram PERT secara umum adalah bahwa perkiraan atas waktu yang dibutuhkan bagi masing-masing kegiatan bersifat subyektif dan tergantung pada asumsi. Sehingga secara umum PERT cenderung terlalu optimis dalam menetapkan waktu penyelesaian sebuah proyek.

#### 2.3.5. Bagan Jaringan

- Panah (arrow) yang digunakan untuk mewakili suatu kegiatan
- Simpul atau (kode) digunakan untuk mewakili suatu kejadian
- Contoh



Keterangan:

- Kegiatan A dan B merupakan kegiatan Pendahuluan
- Kegiatan C dikerjakan setelah kegiatan A
- Kegiatan D dikerjakan setelah kegiatan B

- Kegiatan E dikerjakan setelah kegiatan C dan D

### 2.3.6. Aturan Diagram PERT

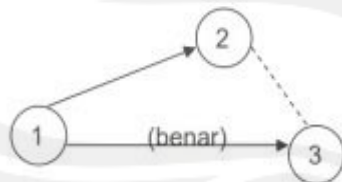
- Satu kegiatan hanya boleh diwakili satu anak panah



- Tidak ada 2 kegiatan yang ditunjukkan oleh ekor kejadian dan kepala kejadian yang sama.



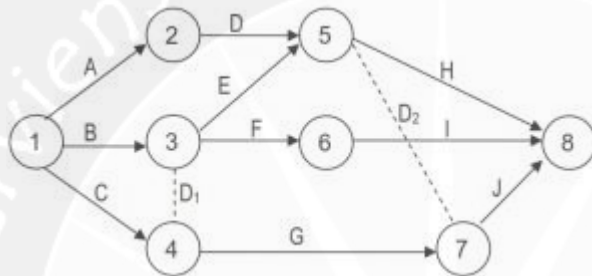
- Untuk mengatasi masalah seperti di atas dibuat kegiatan dummy : (tidak ada)



- Untuk menyakinkan hubungan urutan yang benar maka buat daftar pertanyaan :
- Kegiatan apa yang harus selesai terlebih dahulu sebelum kegiatan ini dilakukan ?
- Kegiatan apa yang harus mengikuti kegiatan-kegiatan ini ?
- Kegiatan apa yang harus dikerjakan serentak ?

### 2.3.7. Contoh Diagram PERT

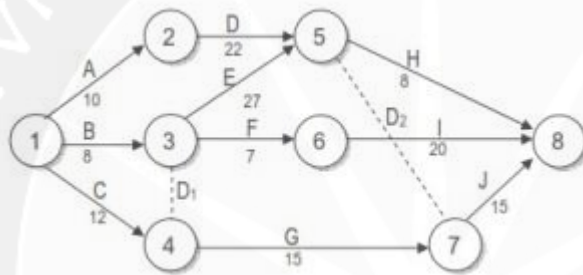
- Kegiatan A,B, C kegiatan bersama
- Kegiatan A mendahului kegiatan D
- Kegiatan B mendahului kegiatan E, F dan G
- Kegiatan C mendahului kegiatan G
- Kegiatan D dan E mendahului kegiatan H dan J
- Kegiatan F mendahului kegiatan I



### 2.3.8. Jalur kritis

- Jalur kritis adalah jalur yang menunjukkan kegiatan dari awal sampai dengan akhir kegiatan pada diagram jaringan
- Kegiatan kritis adalah kegiatan yang apabila ditunda akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek.
- Contoh

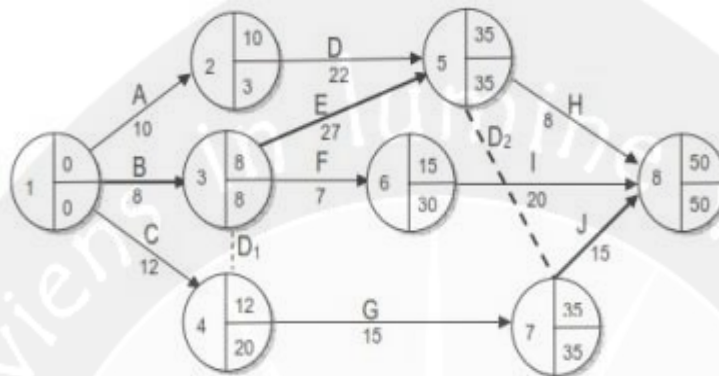
Kegiatan	Estimasi (hari)
A	10
B	8
C	12
D	22
E	27
F	7
G	15
H	8
I	20
J	15



- Jalur A,D,H =  $10 + 22 + 8 = 40$
- Jalur A,D,J =  $10 + 22 + 15 = 47$
- Jalur B,E,H =  $8 + 27 + 8 = 45$
- Jalur B, E, J =  $8 + 27 + 15 = 50 \rightarrow$  Jalur kritis
- Jalur B,F,J =  $8 + 27 + 20 = 35$
- Jalur B,G,J =  $8 + 15 + 15 = 35$
- Jalur C,G,J =  $12 + 15 + 15 = 42$

### 2.3.9. Algoritma Untuk Jalur Kritis

Algoritma jalur kritis adalah untuk menentukan jalur kritis dilakukan dengan menghitung waktu mulai tercepat (earliest start time) untuk masing-masing kegiatan dan waktu selesai terlama (latest finish time).



### 2.3.10. Slack

- Slack : menunjukkan waktu kegiatan yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi total waktu penyelesaian dari seluruh proyek.
- Untuk menghitung besarnya slack masih diperlukan dua buah waktu lainnya yang berhubungan dengan masing-masing kegiatan, yaitu waktu mulai terlama (latest start time/LS) dan waktu selesai tercepat (earliest finish time/EF)

Kegiatan (1)	Waktu (2)	ES (3)	LS (4)=(6)-(2)	EF (5)=(3)+(2)	LF (6)	Slack (7)=(4)-(3)
A	10	0	3	10	13	3
B	8	0	0	8	8	0
C	12	0	8	12	20	8
D	22	10	13	32	35	3
E	27	8	8	35	35	0
F	7	8	23	15	30	15
G	15	12	20	27	35	8
H	8	8	42	16	50	7
I	20	5	30	35	50	15
J	15	25	35	50	50	0

### 2.3.11. Kelebihan PERT

- PERT memiliki asumsi bahwa proyek yang akan dilaksanakan adalah baru,
- tidak ada contoh sebelumnya. Berdasarkan atas asumsi itu, maka orientasi dari metode PERT adalah mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek dan belum menekankan soal minimisasi biaya. Oleh karena belum ada pengalaman sebelumnya, maka waktu penyelesaian pekerjaan tertentu yang ada dalam proyek bersifat probabilistik.
- PERT mencoba mengestimasi waktu aktivitas ini dengan formula. Bahkan, PERT juga mencoba mencari suatu ukuran tentang variabilitas waktu penyelesaian paling awal.
- PERT dapat bekerja dengan ketidakpastian melalui penggunaan waktu probabilitas (Ma'arif, Syamsul Mohammad dan Tanjung, Hendri, 2003). Bila waktu kegiatan individual acak, maka waktu proyek juga akan acak. Bila waktu kegiatan tidak pasti, lintasan kritis pun bersifat acak. Hanya saja, karena bekerja dengan ketidakpastian, maka lintasan kritis penyelesaian proyek pun menjadi tidak pasti. Inilah gambaran dari metode PERT, yaitu risiko ketidakpastian.
- Memperkirakan waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan seperti menit, jam, hari, minggu atau bulan adalah unit umum yang biasa digunakan waktu untuk penyelesaian suatu kegiatan. Sebuah fitur yang membedakan PERT adalah kemampuannya untuk menghadapi ketidakpastian di masa penyelesaian kegiatan.