

# CPM dan PERT



# Critical Path Method

- Pada metode jaringan kerja yang dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang cepat.

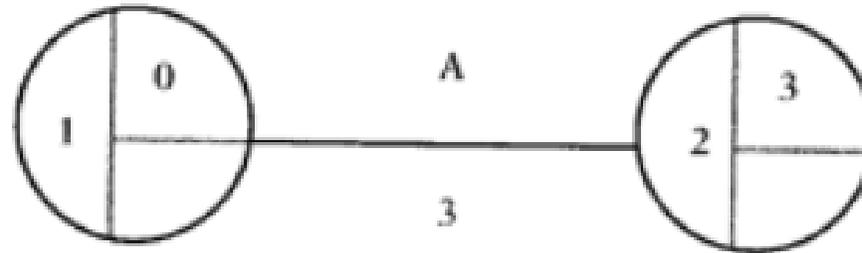
- **Early Start (ES):** waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- **Late Start (LS):** waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
- **Early Finish (EF):** waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- **Late Finish (LF):** waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

# Activity On Arrow

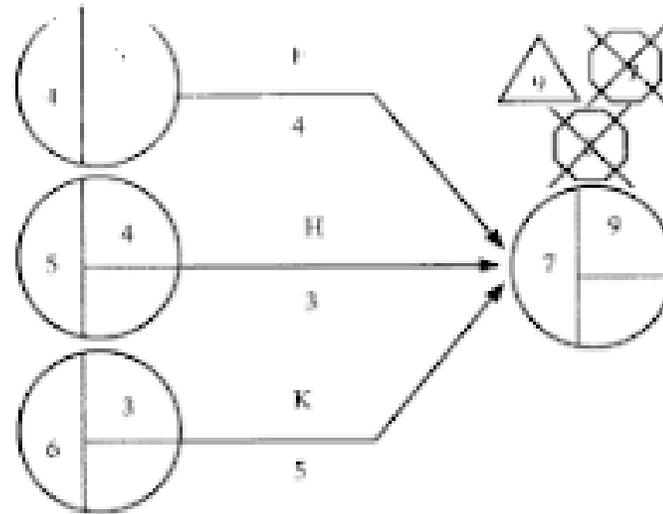


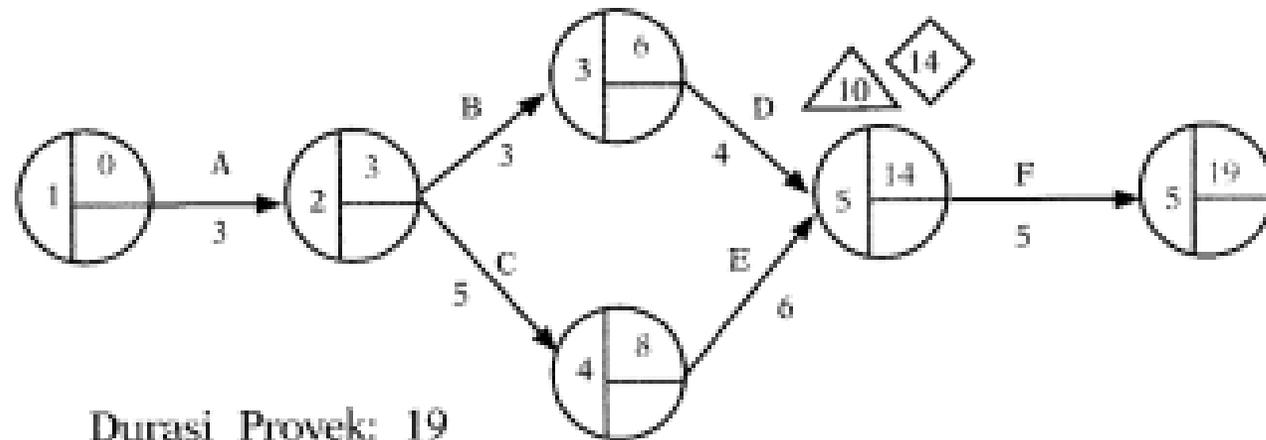
# Perhitungan Maju

- a. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (Predecessor) telah selesai.
- b. Waktu paling awal suatu kegiatan adalah = 0
- c. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.
  - $EF = ES + D$  atau
  - $EF (i-j) = ES (i-j) + D (i-j)$



- d. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau kegiatan pendahulunya, maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan-kegiatan tersebut.





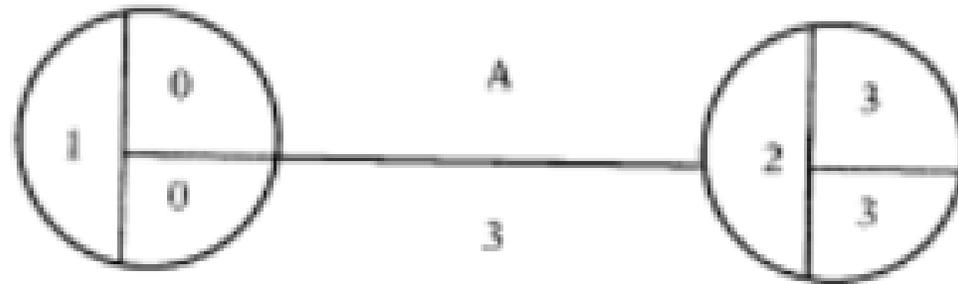
Durasi Proyek: 19

| Kegiatan |   |      | Durasi | ES | EF |
|----------|---|------|--------|----|----|
| I        | J | Nama |        |    |    |
| 1        | 2 | A    | 3      | 0  | 3  |
| 2        | 3 | B    | 3      | 3  | 6  |
| 2        | 4 | C    | 5      | 3  | 8  |
| 3        | 5 | D    | 4      | 6  | 14 |
| 4        | 5 | E    | 6      | 8  | 14 |
| 5        | 6 | F    | 5      | 14 | 19 |

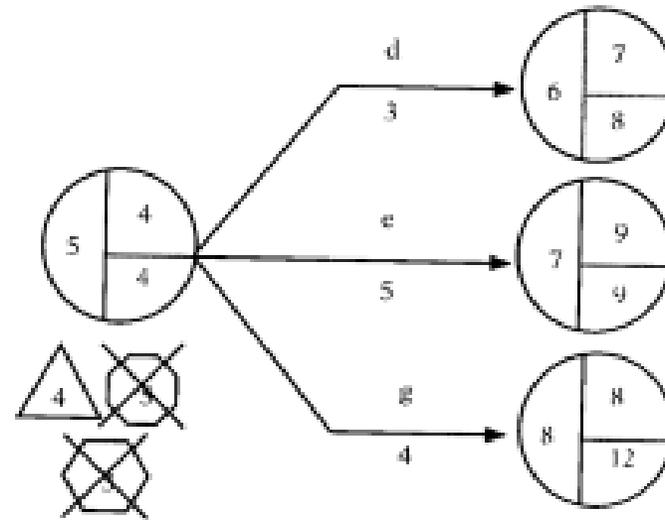
# Perhitungan Mundur

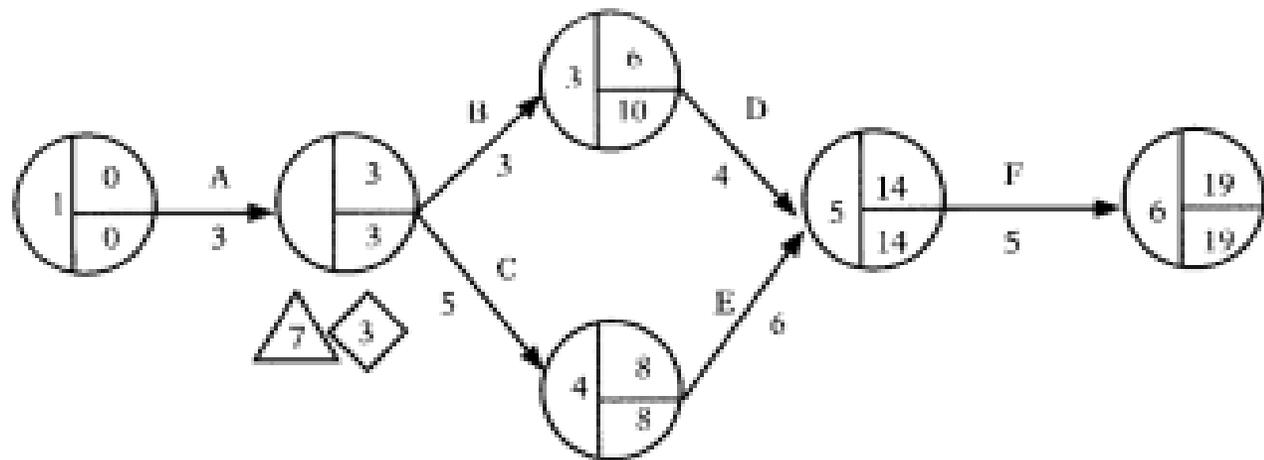
- Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita “masih” dapat memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda kurung waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari perhitungan maju.

- a. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.
- b. Waktu dimulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu/durasi kegiatan yang bersangkutan, atau  $LS = LF - D$ .



- c. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

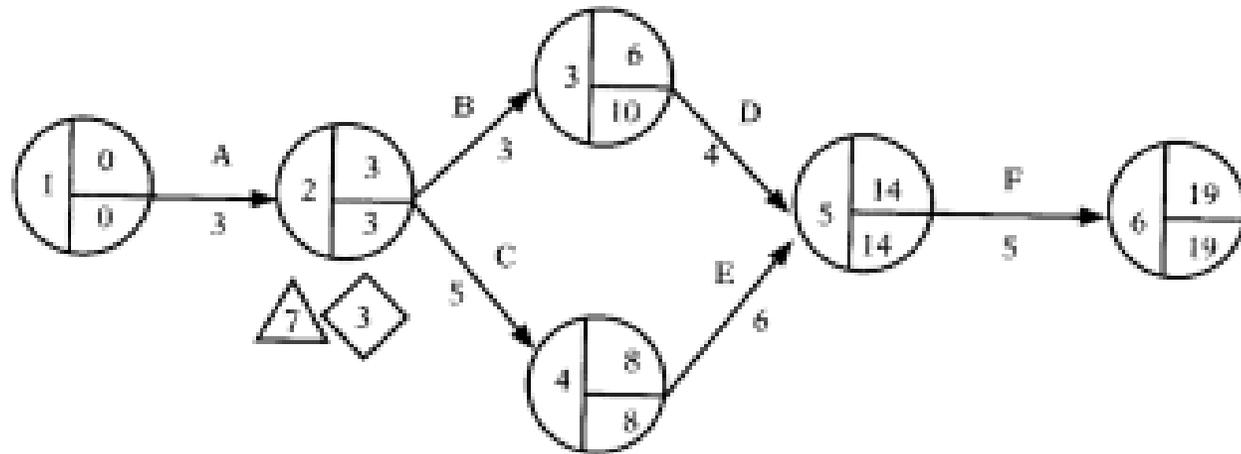




| Kegiatan |   |      | Durasi | ES | EF | LS | LF |
|----------|---|------|--------|----|----|----|----|
| I        | J | Nama |        |    |    |    |    |
| 1        | 2 | A    | 3      | 0  | 3  | 0  | 3  |
| 2        | 3 | B    | 3      | 3  | 6  | 3  | 10 |
| 2        | 4 | C    | 5      | 3  | 8  | 3  | 8  |
| 3        | 5 | D    | 4      | 6  | 14 | 10 | 14 |
| 4        | 5 | E    | 6      | 8  | 14 | 8  | 14 |
| 5        | 6 | F    | 5      | 14 | 19 | 14 | 19 |

# Metode Jalur Kritis

- Metode Jalur Kritis atau Critical Path Method (CPM) adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.
- Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir. Pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian keseluruhan proyek, yang disebut kritis.
- a. Sifat Jalur Kritis
- b. Pada kegiatan pertama;  $ES = LS = 0$
- c. Pada kegiatan terakhir;
- d. Total Float;  $FT = 0$



- A-C-E-F

# Latihan

| No. Akt. | Nama Akt. | Durasi | Akt. Pendahulu<br>(Predecessor) |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| 1        | A         | 5      | -                               |
| 2        | B         | 4      | -                               |
| 3        | C         | 8      | -                               |
| 4        | D         | 3      | A                               |
| 5        | E         | 7      | A                               |
| 6        | F         | 5      | C                               |
| 7        | G         | 4      | C                               |
| 8        | H         | 3      | B, D                            |
| 9        | I         | 9      | F, H                            |
| 10       | J         | 11     | F, H                            |
| 11       | K         | 8      | E, I                            |
| 12       | L         | 10     | G, J                            |

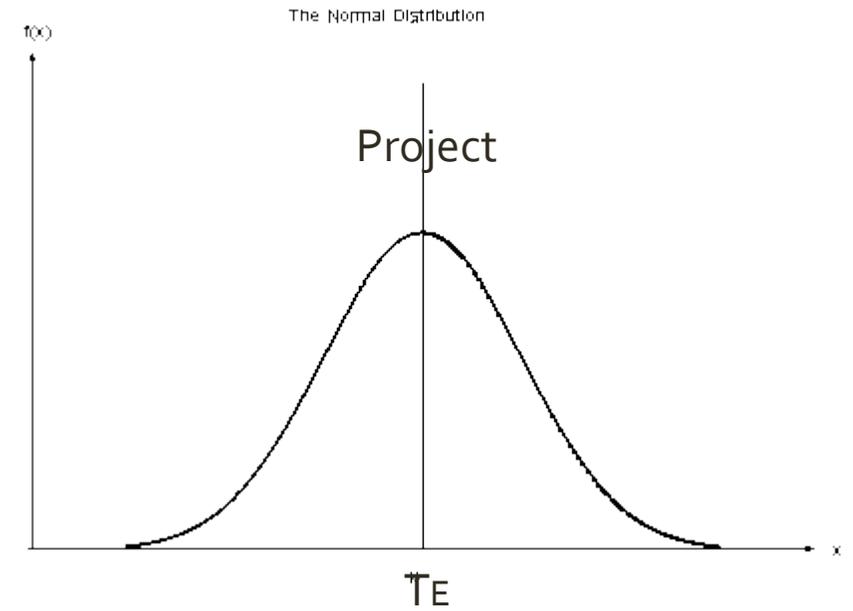
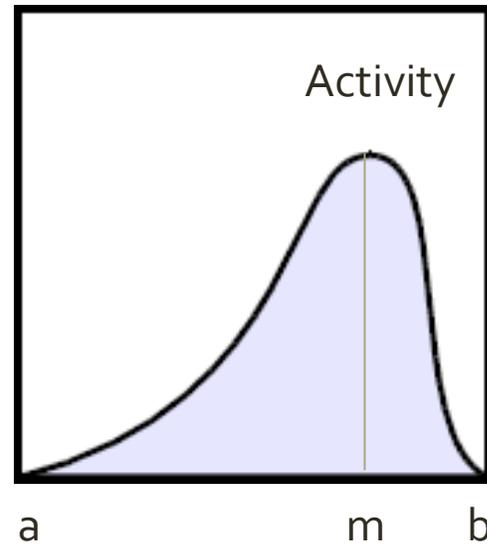
# PERT (Program Evaluation & Review Technic)

- PERT adalah teknik analisis network diagram yang dapat digunakan untuk mengestimasi durasi proyek dimana terdapat ketidakpastian yang tinggi mengenai estimasi durasi aktivitas individual.
- Memerlukan tiga estimasi:
  - Most likely time (m); waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam situasi normal.
  - Optimistic time (a); waktu tersingkat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan.
  - Pessimistic time (b); waktu terlama yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dikarenakan berbagai kemungkinan yang masuk akal.

- PERT mengkombinasikan ketiga estimasi tersebut untuk membentuk durasi tunggal yang diharapkan ( $t_e = \text{expected}$ ) :

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

# Activity and Project Frequency Distributions



- Perhitungan kuantitatif tingkat ketidakpastian suatu estimasi durasi aktifitas bisa diperoleh dengan menghitung standar deviasi ( $s$ ) dari sebuah durasi aktifitas dengan mempergunakan rumus:

$$s = \frac{b - a}{6}$$

# Probability of Completing the Project in Time

$$Z = \frac{TS - TE}{\sqrt{\sum (s)^2}}$$

TE = Critical path duration

TS = Schedule project duration

Z = probability (of meeting scheduled duration) found in statistical

# Z Values and Probabilities

| Z Value | Probability | Z Value | Probability |
|---------|-------------|---------|-------------|
| -3.0    | .001        | +0.0    | .500        |
| -2.8    | .003        | +0.2    | .579        |
| -2.6    | .005        | +0.4    | .655        |
| -2.4    | .008        | +0.6    | .726        |
| -2.2    | .014        | +0.8    | .788        |
| -2.0    | .023        | +1.0    | .841        |
| -1.8    | .036        | +1.2    | .885        |
| -1.6    | .055        | +1.4    | .919        |
| -1.4    | .081        | +1.6    | .945        |
| -1.2    | .115        | +1.8    | .964        |
| -1.0    | .159        | +2.0    | .977        |
| -0.8    | .212        | +2.2    | .986        |
| -0.6    | .274        | +2.4    | .992        |
| -0.4    | .345        | +2.6    | .995        |
| -0.2    | .421        | +2.8    | .997        |

# Latihan

| Aktivitas | a  | m  | b  |
|-----------|----|----|----|
| 1-2       | 17 | 29 | 47 |
| 2-3       | 6  | 12 | 24 |
| 2-4       | 16 | 19 | 28 |
| 3-5       | 13 | 16 | 19 |
| 4-5       | 2  | 5  | 14 |
| 5-6       | 2  | 5  | 8  |

1. Hitung perkiraan durasi di setiap aktivitas ( $t_e$ )!
2. Hitung standar deviasinya!
3. Berapa persen kemungkinan proyek dapat selesai dalam waktu 67 hari?

# Latihan

| Activity | a  | m  | b  | te | $\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ |
|----------|----|----|----|----|--------------------------------|
| 1-2      | 17 | 29 | 47 | 30 | 25                             |
| 2-3      | 6  | 12 | 24 | 13 | 9                              |
| 2-4      | 16 | 19 | 28 | 20 | 4                              |
| 3-5      | 13 | 16 | 19 | 16 | 1                              |
| 4-5      | 2  | 5  | 14 | 6  | 4                              |
| 5-6      | 2  | 5  | 8  | 5  | 1                              |

# Probabilitas

$$Z = \frac{Ts - TE}{\sqrt{\sum (s)^2}}$$

$$Z = \frac{67 - 61}{\sqrt{\sum (34)^2}}$$

$$z = +1.02$$

$$P = 0.84$$

# Latihan

| Aktivitas<br>(i; j) | Predecessor | Estimasi Waktu (dalam Hari)   |                              |                               |
|---------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                     |             | Waktu<br>Optimis ( $a_{ij}$ ) | Waktu<br>Normal ( $m_{ij}$ ) | Waktu<br>Pesimis ( $b_{ij}$ ) |
| A = (1-2)           | -           | 2                             | 4                            | 6                             |
| B = (2-4)           | A           | 4                             | 7                            | 10                            |
| C = (2-3)           | A           | 6                             | 7                            | 14                            |
| D = (2-5)           | A           | 3                             | 6                            | 9                             |
| E = (4-6)           | B, C        | 12                            | 14                           | 22                            |
| F = (3-5)           | C           | 2                             | 10                           | 12                            |
| G = (5-6)           | D, F        | 6                             | 9                            | 12                            |
| H = (6-7)           | E, G        | 5                             | 7                            | 15                            |