

Manajemen Proyek

Teknik Industri
Universitas Brawijaya

Lecture 16

- **Outline:**

- Manajemen Proyek

- **References:**

- Azlia, Wifqi. PPT: Organisasi dan Manajemen Industri. PSTI-UB. 2011.



Pendahuluan

- ❑ Proyek : kombinasi dari kegiatan-kegiatan (*activities*) yang saling berkaitan dan harus dilaksanakan dengan mengikuti suatu urutan tertentu sebelum seluruh tugas dapat diselesaikan secara tuntas.
- ❑ Berdasarkan suatu study pada tahun 2003, sebanyak lima puluh persen (50%) proyek IT menunjukkan kenaikan keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Isu tentang penjadwalan adalah alasan utama terjadinya konflik dalam proyek khususnya selama paruh kedua dalam proyek. Waktu adalah hal yang paling tidak fleksibel, akan terus berlalu apapun yang terjadi dalam proyek.



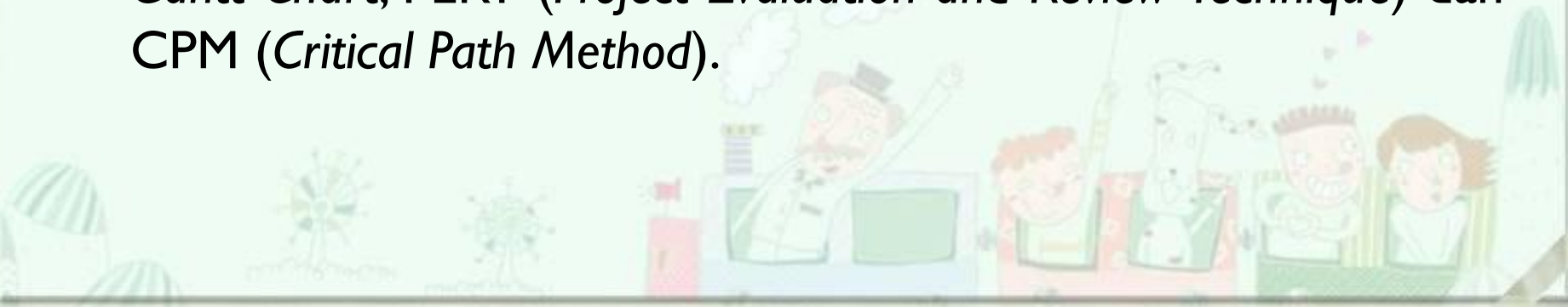
Definisi Proyek

- Gabungan sumber2 daya seperti manusia, material, peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan



Perencanaan & Penjadwalan Proyek

- ❑ Perencanaan proyek : usaha untuk membuat penentuan mengenai **apa** yang harus dicapai dalam proyek, **kapan** dan **bagaimana** proyek tersebut dilaksanakan.
- ❑ Penjadwalan proyek : usaha untuk menentukan kapan sebuah proyek dilaksanakan berdasarkan urutan tertentu dari awal sampai akhir proyek dan waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas dalam proyek.
- ❑ Metode penjadwalan proyek yang lazim digunakan adalah *Gantt Chart*, PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*).



Penjadwalan Proyek

- Penjadwalan proyek dibutuhkan untuk membantu seorang manajer proyek sehingga dapat:
 - ❑ Menunjukkan hubungan tiap-tiap kegiatan terhadap keseluruhan proyek.
 - ❑ Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
 - ❑ Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.
 - ❑ Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara mencermati hal-hal kritis pada proyek.



Prinsip Penjadwalan Proyek

Pembagian

Proyek harus dibagi-bagi ke dalam sejumlah tugas & aktifitas yang dapat dikendalikan.

Saling Ketergantungan

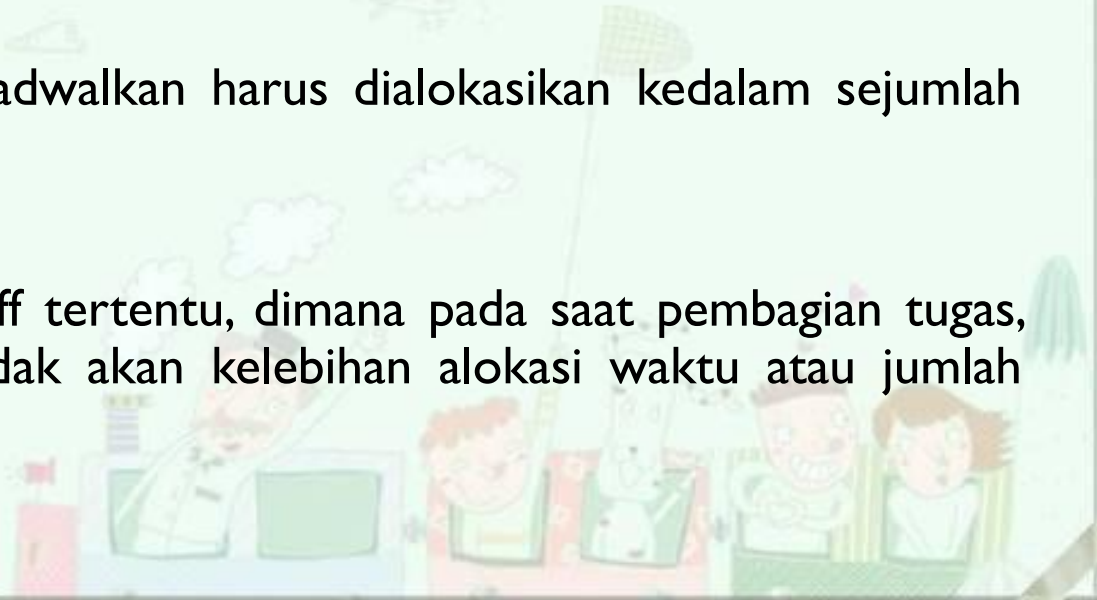
Adanya saling ketergantungan dari setiap tugas & aktifitas yang dibagi harus ditentukan dari awal penjadwalan proyek.

Alokasi Waktu

Setiap tugas yang akan dijadwalkan harus dialokasikan kedalam sejumlah satuan kerja.

Validasi Kerja

Setiap proyek memiliki staff tertentu, dimana pada saat pembagian tugas, harus dipastikan bahwa tidak akan kelebihan alokasi waktu atau jumlah SDM pada saat tertentu.



Syarat Proyek sebagai Network Planning

- Proyek dapat dibagi dalam aktivitas-aktivitas yang mempunyai batasan yang jelas satu sama lain, dan jika ada aktivitas yang dikerjakan dengan menggunakan sumber daya (tenaga kerja atau fasilitas) yang sama tidak bisa dilakukan dalam waktu yang bersamaan
- Masing-masing aktivitas mempunyai waktu/perkiraan waktu pengerjaan (durasi)
- Setiap aktivitas dikerjakan secara kontinyu
- Dalam satu saat dapat dikerjakan lebih dari satu aktivitas asalkan sumber daya yang digunakan berbeda

Jaringan Kerja Proyek (Project Network)

Simbol dan Notasi (pada Network AOA/Activity On Arc):

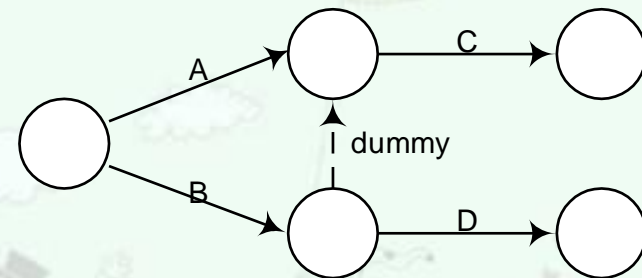
- **Event** (peristiwa, kejadian) dilambangkan dengan lingkaran dan biasa dinotasikan dengan angka yang dituliskan dalam lingkaran tersebut, contoh :

Event ke-1 dituliskan sebagai $\textcircled{1}$

- **Activity** (aktivitas, kegiatan) dilambangkan dengan anak panah dan biasa dinotasikan dengan huruf besar yang dituliskan di atas garis tersebut, contoh :

Aktivitas A dapat dituliskan sebagai $\xrightarrow{\text{A}}$

Dummy, merupakan aktivitas fiktif yang perlu digambarkan untuk menunjukkan ketergantungan kegiatan, contoh :



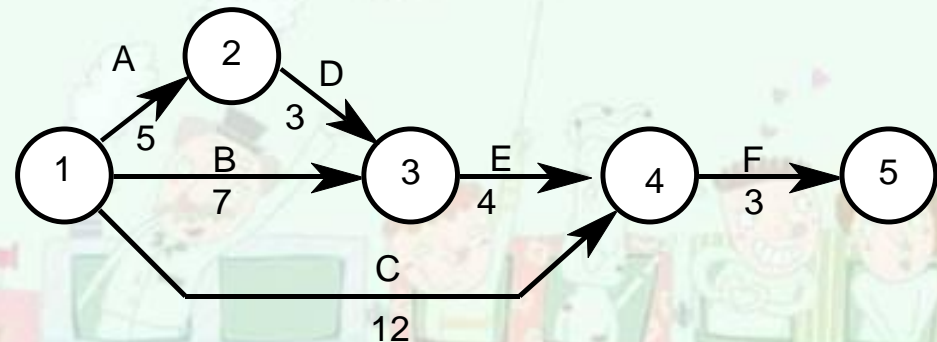
Aktivitas C dapat dimulai setelah A dan B selesai, sedangkan aktivitas D dapat dimulai setelah B selesai (tidak tergantung pada A)

Jaringan Kerja Proyek (Project Network)

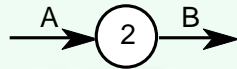
Aturan dasar logika Jaringan Kerja:

- Dalam menyusun suatu jaringan kerja, ada beberapa aturan dasar yang perlu diperhatikan :
 - Sebelum suatu aktivitas boleh dimulai, semua aktivitas yang mendahuluinya harus sudah berakhir.
 - Tanda panah hanya menyatakan hubungan ketergantungan, panjang dan kemiringannya tidak mengandung pengertian apapun.
 - Nomor *event* tidak boleh sama, penomoran biasanya dimulai dari kiri ke kanan.
 - Di antara dua *event* tidak boleh terdapat dua aktivitas atau lebih secara langsung, harus dibuat sebuah aktivitas *dummy*.
 - Suatu jaringan kerja hanya boleh memiliki sebuah *initial event* dan sebuah *terminal event*.

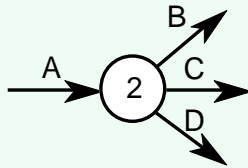
Contoh Sebuah Network:



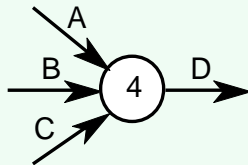
Jaringan Kerja Proyek (Project Network)



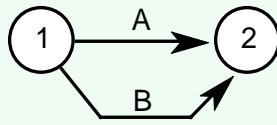
- Aktivitas A mendahului aktivitas B.
- Aktivitas A merupakan *predecessor* aktivitas B.
- Aktivitas B merupakan *successor* aktivitas A.



- Aktivitas A mendahului aktivitas B, C, dan D.
- Aktivitas A merupakan *predecessor* aktivitas B, C, dan D.
- Aktivitas B, C, dan D merupakan *successor* aktivitas A.

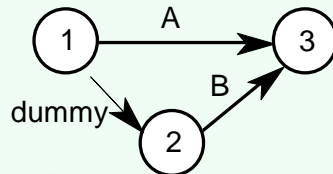


- Aktivitas A, B, dan C mendahului aktivitas D.
- Aktivitas A, B, dan C merupakan *predecessor* aktivitas D.
- Aktivitas D merupakan *successor* aktivitas A, B, dan C.



salah

- Diagram jaringan kerja yang **SALAH**, karena dalam dua *event* terdapat dua aktivitas secara langsung.



benar

- Diagram jaringan kerja yang **BENAR**, aktivitas B tidak secara langsung terjadi antara *event* 1 dan *event* 3, tetapi melalui *event* 2 terlebih dahulu.
- Aktivitas antara *event* 1 dan *event* 2 merupakan aktivitas semu (*dummy*) dan dilambangkan dengan garis terputus-putus.

Permasalahan Penjadwalan Proyek

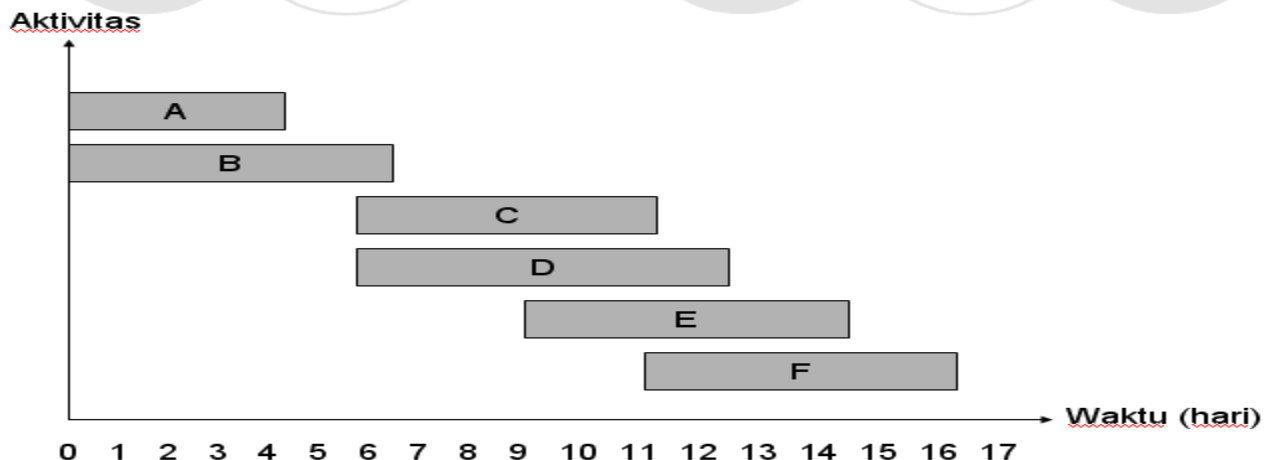
- ❑ Produktifitas tidak berbanding lurus dengan jumlah orang yang mengerjakan tugas → Seringkali diatasi dengan solusi penambahan personal pada akhir proyek
- ❑ Segala sesuatu yang tidak diharapkan bahkan hal yang paling buruk mungkin akan terjadi, sehingga membutuhkan suatu perencanaan yang matang dalam penjadwalan proyek, apabila perlu dibuat perencanaan cadangan dalam proyek.



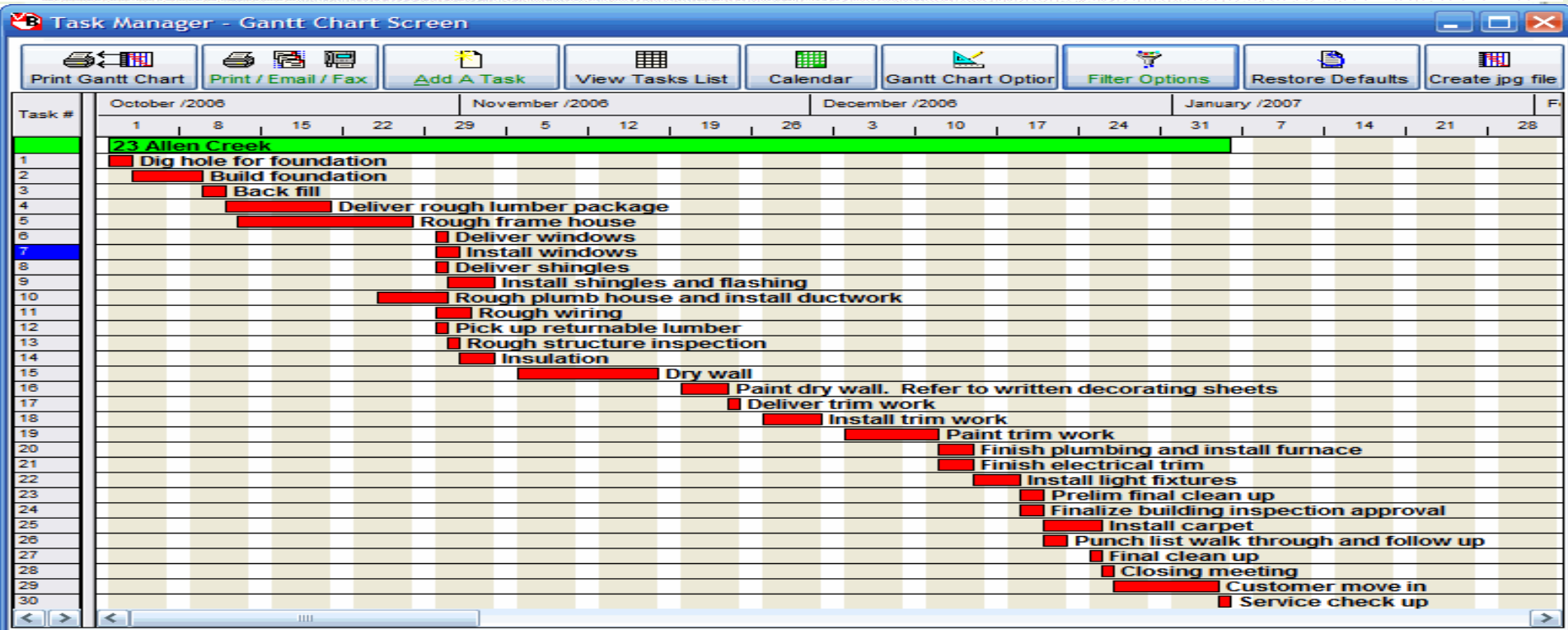
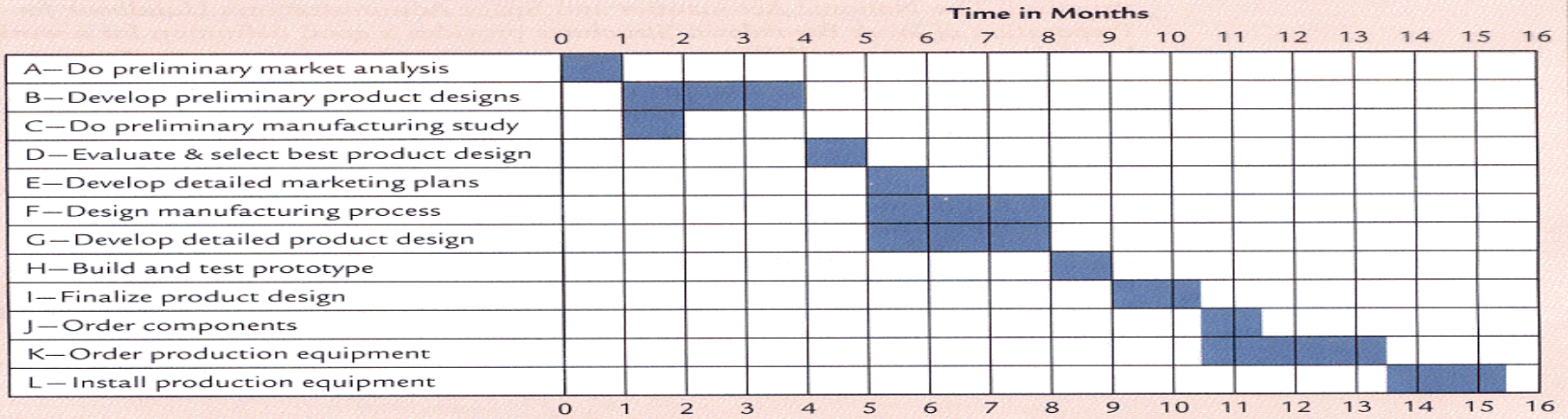
GANTT CHART

- ❑ Pada tahun 1917, Henry Gantt mengembangkan sebuah metode untuk membantu penjadwalan job shops.
- ❑ Gantt Chart : suatu grafik dimana ditampilkan kotak-kotak yang mewakili setiap tugas dan panjang masing-masing setiap kotak menunjukkan waktu pengerjaan tugas-tugas tersebut dalam format pewaktuan tertentu seperti jam, hari, tanggal, minggu, bulan atau tahun.

Gambar Gantt Chart



GANTT CHART



GANTT CHART

- **Keuntungan**

- ❑ Sederhana, mudah dibuat dan dipahami, sehingga sangat bermanfaat sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.
- ❑ Dapat menggambarkan jadwal suatu kegiatan dan kenyataan kemajuan sesungguhnya pada saat pelaporan.

- **Kerugian**

- ❑ Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- ❑ Sulit mengadakan penyesuaian atau perbaikan/pembaharuan bila diperlukan, karena pada umumnya ini berarti membuat bagan balok baru.



CRITICAL PATH



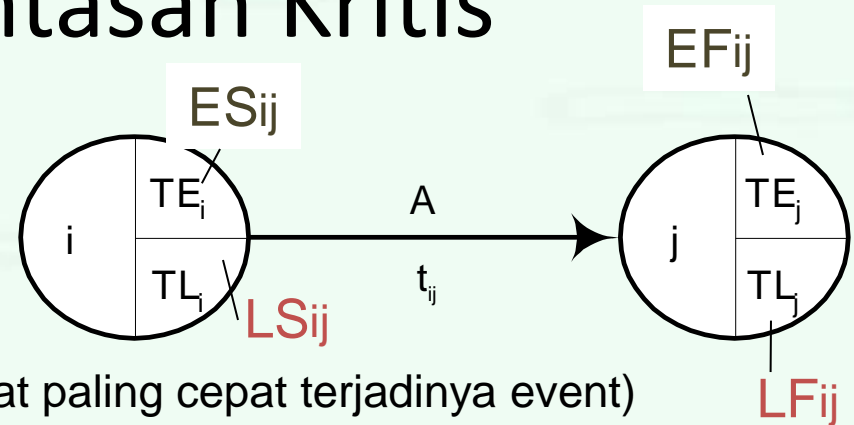
Perkiraan Kurun Waktu Kegiatan

Prinsip-prinsip yang Perlu Diperhatikan dalam Memperkirakan Waktu Kegiatan :

1. Bebas dari waktu pelaksanaan kegiatan sebelum dan sesudahnya
2. Perhatikan ketersediaan sumber daya
3. Gunakan hari kerja normal, tidak lembur dan tidak ada usaha tambahan lain
4. Masukkan unsur waktu berkaitan dengan ijin resmi
5. Masukkan unsur waktu berkaitan dengan iklim

Perhitungan Waktu dan Penentuan Lintasan Kritis

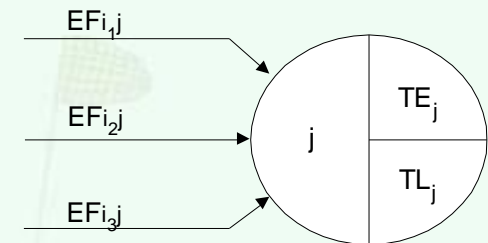
Notasi yang digunakan :



- TE : Earliest Event Occurrence Time (saat paling cepat terjadinya event)
- TL : Latest Event Occurrence Time (saat paling lambat terjadinya event)
- ES : Earliest Activity Start Time (Earliest Start). Saat paling cepat dimulainya aktivitas
- EF : Earliest Activity Finish Time (Earliest Finish). Saat paling cepat selesainya aktivitas.
- LS : Latest Activity Start Time (Latest Start). Saat paling lambat dimulainya aktivitas.
- LF : Latest Activity Start Time (Latest Finish). Saat paling lambat selesainya aktivitas.
- A : Kode aktivitas
- t : Duration (time) = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas.

Perhitungan Waktu Maju (Paling Cepat)

- Saat paling cepat terjadinya *initial event* adalah hari ke 0 sehingga $TE_0 = 0$ (kecuali untuk proyek yang berhubungan dengan proyek lain/sebelumnya)
- Jika initial event terjadi pada hari ke 0 ($TE_i = 0 ; i = 0$),
maka
$$\begin{array}{l} ES_{ij} = TE_i = 0 \\ EF_{ij} = ES_{ij} + t_{ij} \end{array}$$
- Pada event yang menggabungkan beberapa aktivitas (Merge Event), berlaku
$$TE_j = \text{Max}\{EF_{i_1j}, EF_{i_2j}, EF_{i_3j}\}$$



Karena suatu event hanya terjadi jika aktivitas-aktivitas yang mendahuluinya telah selesai, maka saat paling cepat terjadinya event tersebut sama dengan nilai terbesar dari saat yang paling cepat selesainya aktivitas-aktivitas yang berakhir pada event.

Perhitungan Waktu Mundur (Paling Lambat)

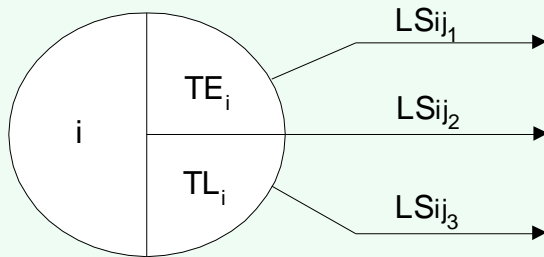
- Pada terminal event berlaku $TL_j = TE_j$
- Pada saat paling lambat dimulainya suatu aktivitas sama dengan saat paling lambat selesainya aktivitas tersebut dikurangi dengan durasinya.

$$LS_{ij} = LF_{ij} - t_{ij}$$

$$LF_{ij} = TL_j$$

- Pada event yang menyebarkan aktivitas (*Burst Event*) yang menjadi pangkal beberapa aktivitas berlaku :

$$TL_i = \text{Min}\{LS_{ij_1}, LS_{ij_2}, LS_{ij_3}\}$$



Setiap aktivitas hanya dapat dimulai bila event yang mendahuluinya telah terjadi, maka saat paling lambat terjadinya suatu event sama dengan nilai terkecil dari saat paling lambat dimulainya aktivitas-aktivitas yang berpangkal pada event tersebut.

Slack

- Slack untuk event → Beda antara earliest time dan latest time

$$Slack_{event_j} = LT_j - ET_j$$

Critical Path

- Critical Event
 - Event dengan slack event = 0
 - $ET_j = LT_j$
- Critical Activity
 - Aktivitas yang sangat sensitif terhadap keterlambatan
 - Aktivitas dengan slack aktivitas = 0
 - $ET_i = LT_i$ dan $ET_j = LT_j$

Critical Path

- Lintasan Kritis dibentuk oleh beberapa Aktivitas Kritis, yaitu aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran, sehingga pelaksanaannya harus dilakukan dengan sungguh-sungguh.
- Lintasan (*path*) ➡ kritis karena bila kegiatan yang terdapat pada lintasan ini berubah waktu penyelesaiannya, maka penyelesaian proyek secara keseluruhan akan berubah (panjang lintasan kritis menunjukkan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan).

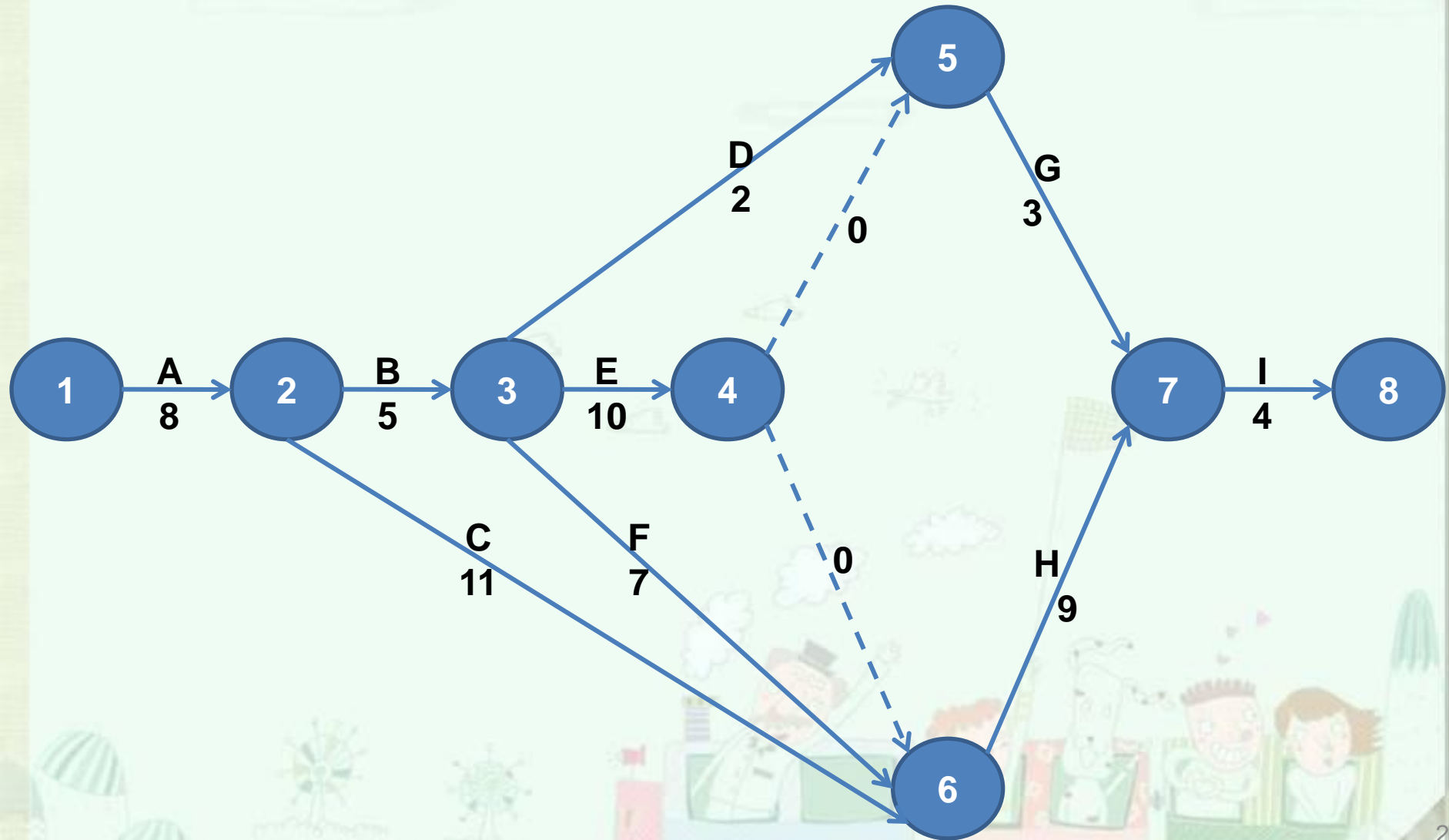
Critical Path

- Tujuan mengetahui adanya critical path
 - Untuk mengetahui dengan cepat aktivitas-aktivitas dan event-event mana yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pada pelaksanaan proyek sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan pengerjaan proyek, yaitu terhadap aktivitas-aktivitas kritis

Contoh

Aktivitas	Successor	Durasi
A	B, C	8
B	D, E, F	5
C	H	11
D	G	2
E	G, H	10
F	H	7
G	I	3
H	I	9
I	-	4

Network



Perhitungan ET

$$ET_j = \max_i [ET_i + L]$$

Event j	Predecessor i	$ET_i + L$	ET_j
1	-	-	0
2	1	$0 + 8 = 8$	8
3	2	$8 + 5 = 13$	13
4	3	$13 + 10 = 23$	23
5	3	$13 + 2 = 15$	23
	4	$23 + 0 = 23$	
6	2	$8 + 11 = 19$	23
	3	$13 + 7 = 20$	
	4	$23 + 0 = 23$	
7	5	$23 + 3 = 26$	32
	6	$23 + 9 = 32$	
8	7	$32 + 4 = 36$	36

Perhitungan LT

$$LT_j = \min_i [LT_i - L]$$

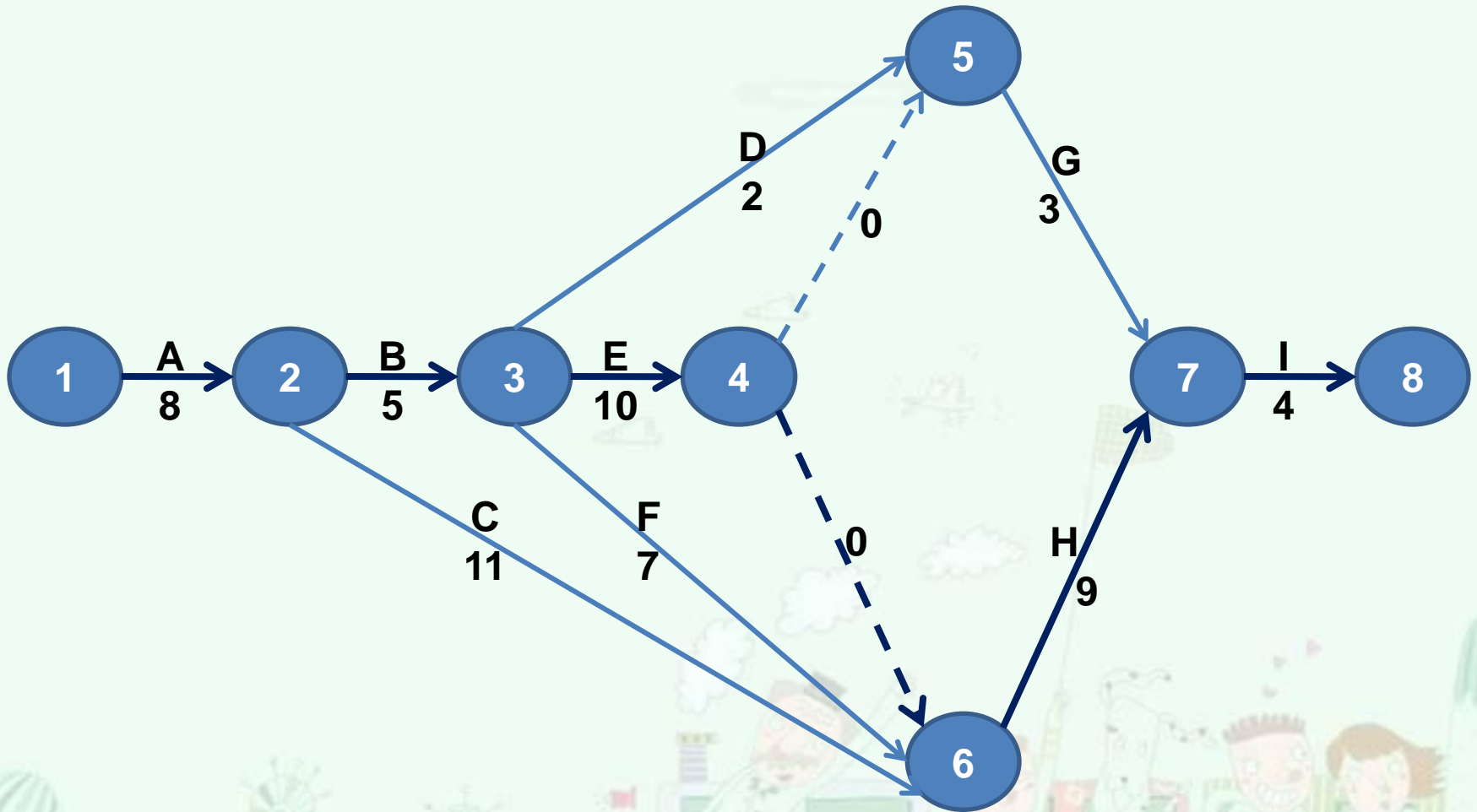
Event j	Successor i	$LT_i - L$	LT_j
8	-	-	36 (= ET_8)
7	8	$36 - 4 = 32$	32
6	7	$32 - 9 = 23$	23
5	7	$32 - 3 = 29$	29
4	5	$29 - 0 = 29$	23
	6	$23 - 0 = 23$	
3	4	$23 - 10 = 13$	13
	5	$29 - 2 = 27$	
	6	$23 - 7 = 16$	
2	3	$13 - 5 = 8$	8
	6	$23 - 11 = 12$	
1	2	$8 - 8 = 0$	0

Slack Event

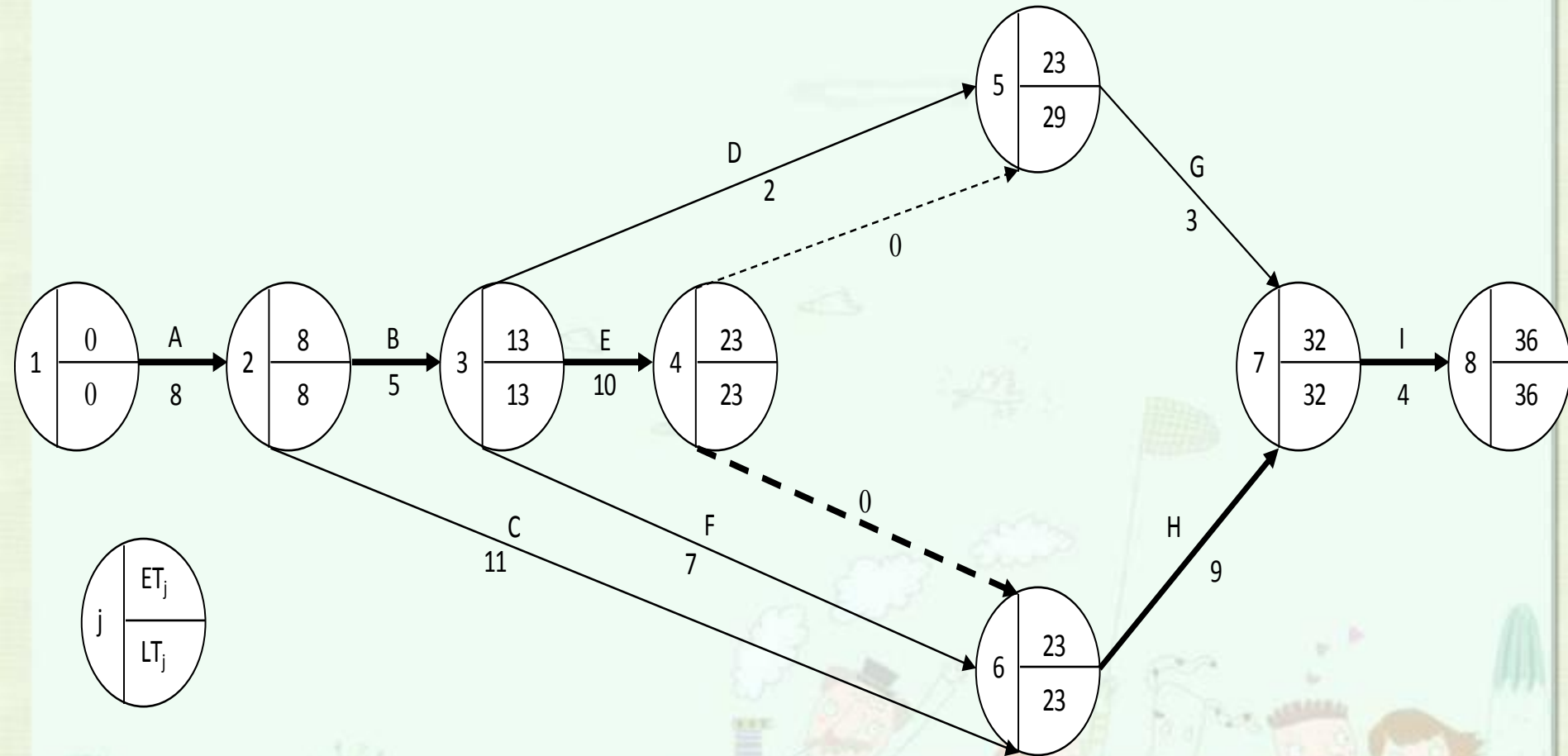
Event j	ET _j	LT _j	Slack event j
1	0	0	0
2	8	8	0
3	13	13	0
4	23	23	0
5	23	29	6
6	23	23	0
7	32	32	0
8	36	36	0

$$\text{Slack}_{\text{event } j} = LT_j - ET_j$$

Critical Path: A-B-E-dummy-H-I



Critical Path: A-B-E-dummy-H-I



Soal CPM

- Pada tahun 1957 sebuah proyek pabrik kimia milik du Pont Company dibangun dengan rencana rangkaian kegiatan pada tabel dibawah. Lakukan perhitungan waktu maju dan perhitungan waktu mundur untuk proyek tersebut

No. Akt.	Nama Akt.	Durasi	Akt. Pendahulu (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

PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE



DIAGRAM PERT

- ❑ Pada tahun 1958, Booz Allen Hamilton menemukan sebuah metode penjadwalan yang diberi nama diagram PERT, merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique*.
- ❑ Digunakan untuk mempermudah proses perencanaan dan penjadwalan untuk proyek yang memiliki ketidakpastian durasi waktu dalam jumlah besar.
- ❑ Digunakan untuk menjadwalkan proyek yang belum pernah dilakukan sehingga durasi aktivitas (pekerjaan) sangat probabilistik. Biasanya berupa proyek-proyek penelitian dan pengembangan (R&D)

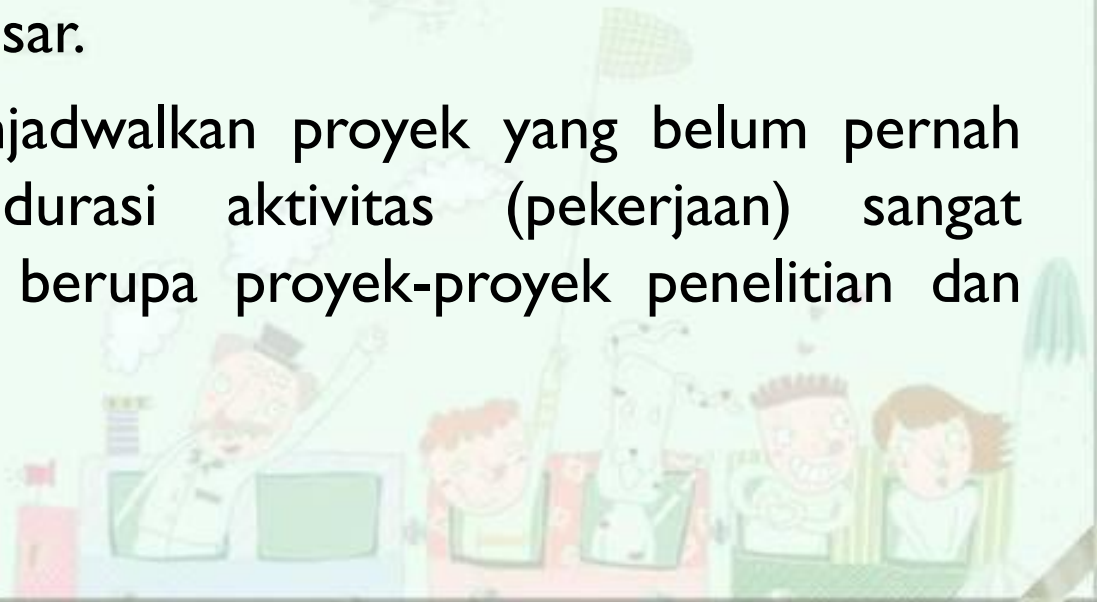
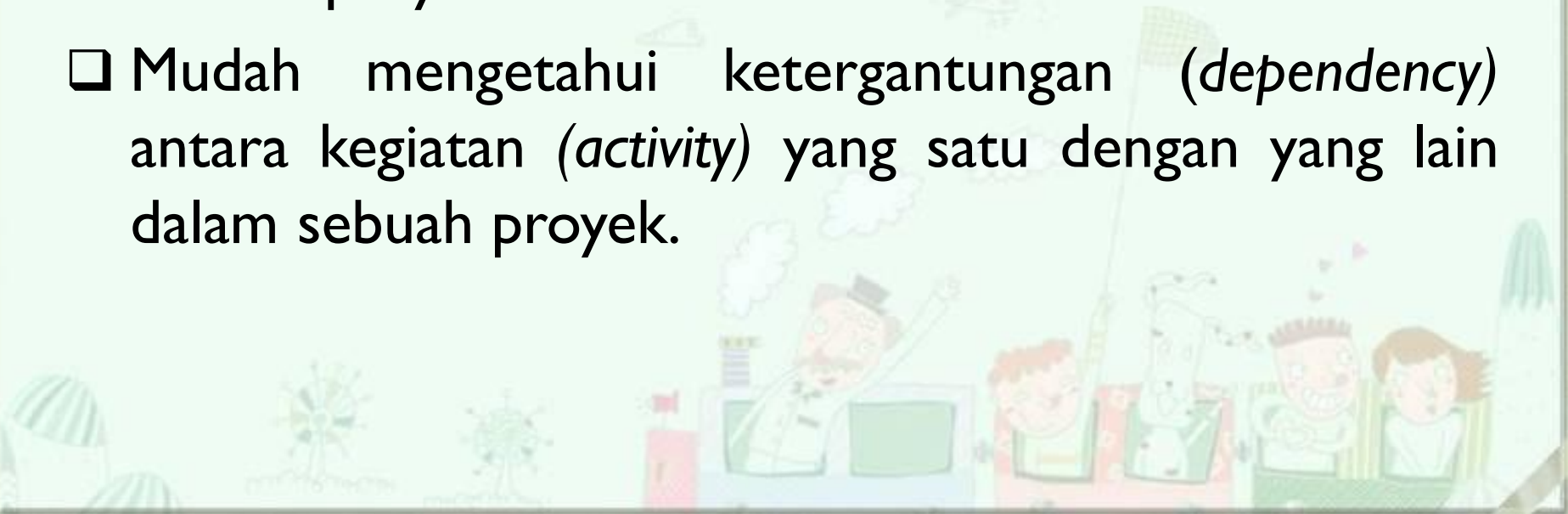


DIAGRAM PERT

Diagram PERT dianggap lebih baik apabila dibandingkan dengan Gantt Chart, yaitu diantaranya karena hal-hal sebagai berikut :

- ❑ Mudah mengidentifikasi tingkat prioritas dalam sebuah proyek.
- ❑ Mudah mengetahui ketergantungan (*dependency*) antara kegiatan (*activity*) yang satu dengan yang lain dalam sebuah proyek.



PERT

- Dalam PERT durasi waktu penyelesaian suatu aktivitas diprediksi dengan tiga estimasi waktu yaitu:
 - Waktu optimis (optimistic estimate = a)
 - Waktu normal (most likely estimate = m)
 - Waktu pesimis (pessimistic estimate = b)

Estimasi Waktu dalam PERT

- Waktu optimis (a)
 - Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan asumsi jika pelaksanaan aktivitas berjalan dengan sangat baik
 - Waktu tercepat yang mungkin dapat dicapai untuk menyelesaikan suatu aktivitas
- Waktu pesimis (b)
 - Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan asumsi jika pelaksanaan aktivitas berjalan dengan sangat buruk
 - Waktu terlambat yang mungkin terjadi dalam penyelesaian suatu aktivitas
- Waktu normal (m)
 - Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan asumsi jika pelaksanaan aktivitas berjalan dengan normal

Pendekatan Distribusi Beta

- Waktu penyelesaian rata-rata

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$

- Variansi

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

Contoh

Aktivitas (i; j)	Predecessor	Estimasi Waktu (dalam Hari)		
		Waktu Optimis (a_{ij})	Waktu Normal (m_{ij})	Waktu 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

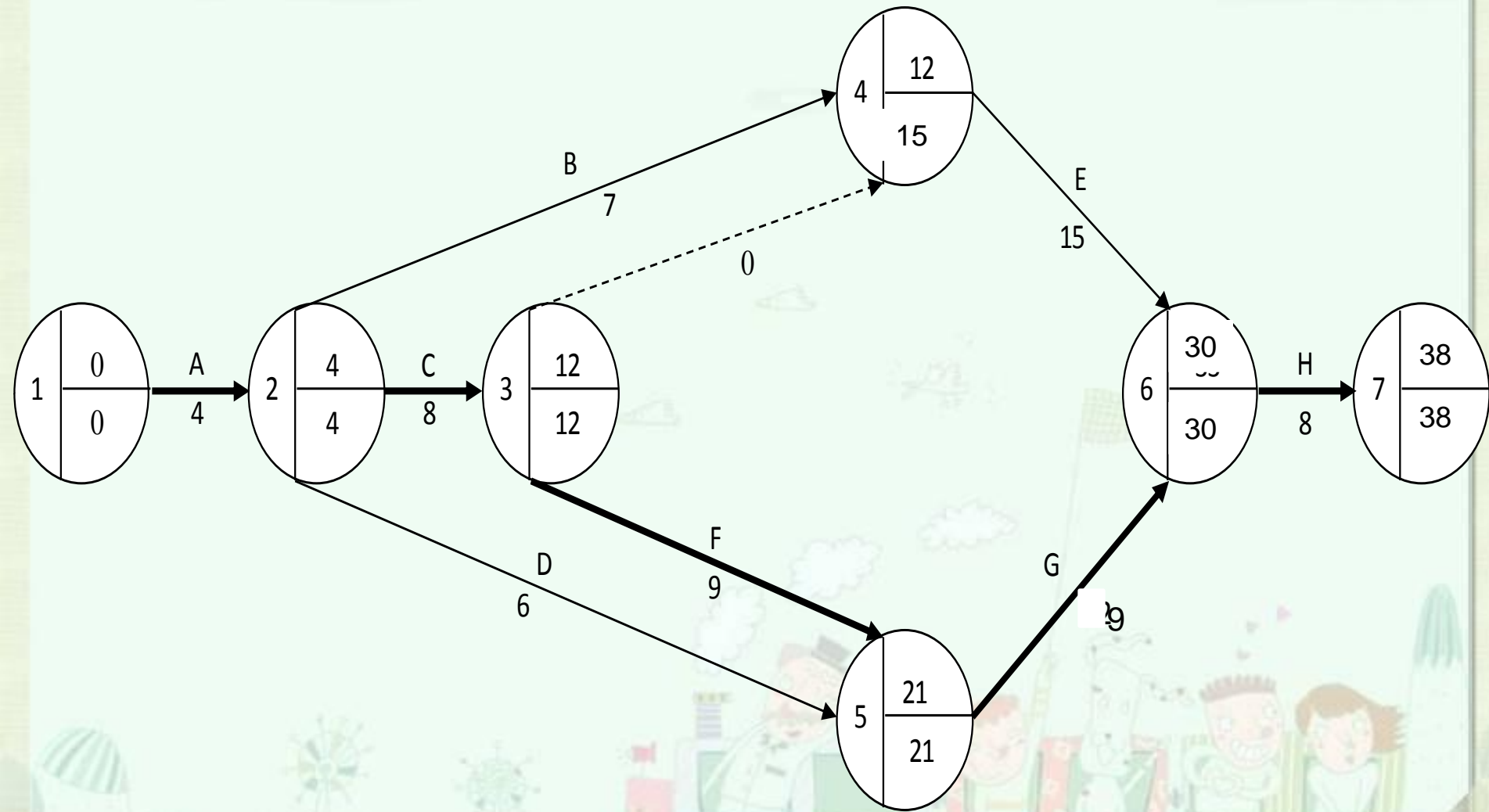
Contoh

Aktivitas (i; j)	Prede cessor	Estimasi Waktu (dalam Hari)				
		Waktu Optimis (a _{ij})	Waktu Normal (m _{ij})	Waktu Pesimis (b _{ij})	t	σ ²
A = (1-2)	-	2	4	6	4	0,444
B = (2-4)	A	4	7	10	7	1,000
C = (2-3)	A	6	7	14	8	1,778
D = (2-5)	A	3	6	9	6	1,000
E = (4-6)	B, C	12	14	22	15	2,778
F = (3-5)	C	2	10	12	9	2,778
G = (5-6)	D, F	6	9	12	9	1,000
H = (6-7)	E, G	5	7	15	8	2,778

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$

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

Critical Path: A-C-F-G-H



Critical Path: A-C-F-G-H

- Rata-rata waktu penyelesaian proyek

$$E(t) = \bar{t} = 38$$

- Variansi waktu penyelesaian proyek

$$\sigma^2 = 0,444 + 1,778 + 2,778 + 1,000 + 2,778 = 8,778$$

- Standard deviasi waktu penyelesaian proyek

$$\sigma_t = \sqrt{8,778} = 2,963$$

Perbedaan CPM (*Critical Path Method*) dan PERT

- ❑ CPM menggunakan satu jenis waktu untuk taksiran waktu kegiatan sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu, yaitu: prakiraan waktu teroptimis, termungkin, dan terpesimis.
- ❑ CPM digunakan kala taksiran waktu pengerjaan setiap aktifitas diketahui dengan jelas, sedangkan PERT digunakan saat taksiran waktu aktifitas tidak dapat dipastikan seperti aktifitas tersebut belum pernah dilakukan atau mempunyai variasi waktu yang besar.
- ❑ PERT berbasiskan statistik memberikan peluang hadirnya ketidakpastian. Hal tersebut, tampak dalam misal untuk mengukur probabilitas selesainya proyek jika kita inginkan proyek selesai pada suatu waktu tertentu, sedangkan CPM menganggap proyek terdiri dari peristiwa susul menyusul.

CPM (*Critical Path Method*)

- ❑ Meskipun demikian, CPM dan PERT mempunyai tujuan yang sama dimana analisis yang digunakan adalah sangat mirip yaitu dengan menggunakan diagram anak panah.
- ❑ Dapat dikatakan CPM merupakan variasi dari PERT.
- ❑ Perbedaan pokok antara CPM dan PERT terletak pada penentuan perkiraan waktunya, dimana PERT menggunakan rumus:
$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$
- Sedangkan CPM langsung menggunakan perhitungan Jalur Kritis (*Critical Path*).

FINAL EXAM

- **MATERI:**

- Pengendalian Kualitas Statistik
- Perencanaan dan Pengendalian Produksi
- Organisasi dan Manajemen Industri
- Manajemen Proyek



Enjoy your Study

