

Materi-8

CPM dan PERT

PERT dan CPM adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek. PERT yang memiliki kepanjangan *Program Evalution Review Technique* sedangkan CPM merupakan kepanjangan dari *Critical Path Method*

PERT dan CPM keduanya mengikuti enam langkah dasar, yakni:

- Mengidentifikasi proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja,
- Membangun hubungan antara kegiatan, memutuskan kegiatan mana yang harus terlebih dahulu dan mana yang mengikuti yang lain,
- Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan,
- Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan,
- Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini yang disebut jalur kritis
- Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

Proses dalam CPM/PERT

Komponen jaringan (network component)

Jaringan CPM/PERT menunjukkan saling berhubungannya antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya dalam suatu proyek

Ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek yakni kegiatan pada titik (activity on node – AON) dan kegiatan pada panah (activity on arrow – AOA). Pada konvensi AON, titik menunjukan kegiatan, sedangkan pada AOA panah menunjukan kegiatan.

Pebandingan antara konvensi jaringan AON dan AOA

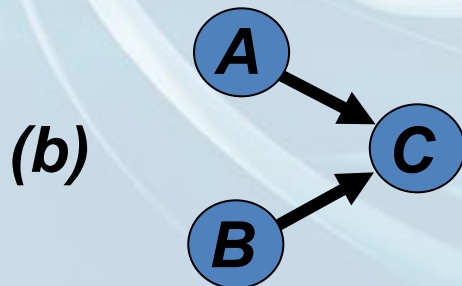
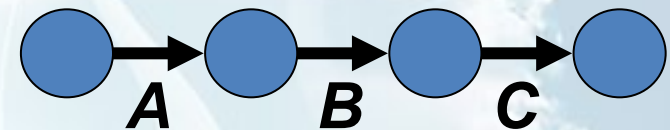
*Activity on
Node (AON)*

*Arti dari
Aktivitas*

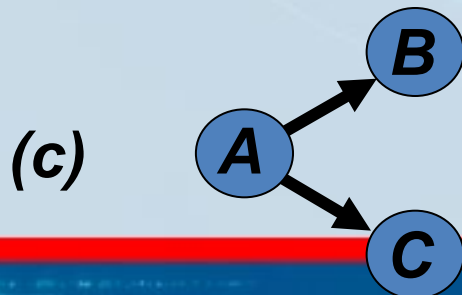
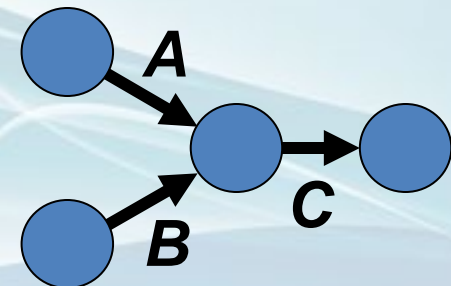
*Activity on
Arrow (AOA)*



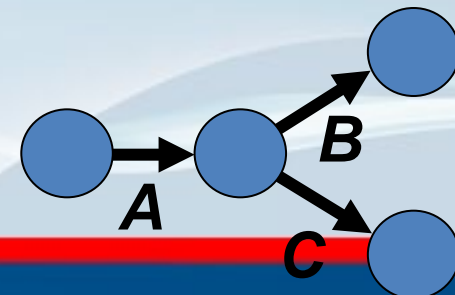
A datang
sebelum B, yang
datang sebelum
C



A dan B keduanya
harus diselesaikan
sebelum C dapat
dimulai



B dan C tidak
dapat di mulai
sebelum A selesai

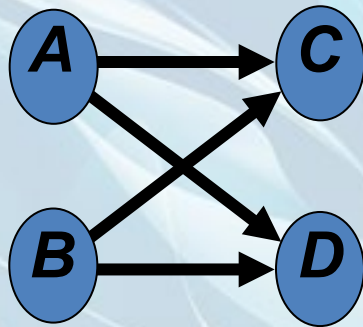


Activity on Node (AON)

Arti dari Aktivitas

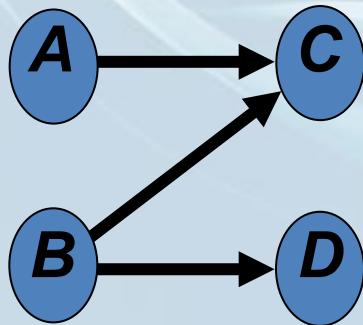
Activity on Arrow (AOA)

(d)

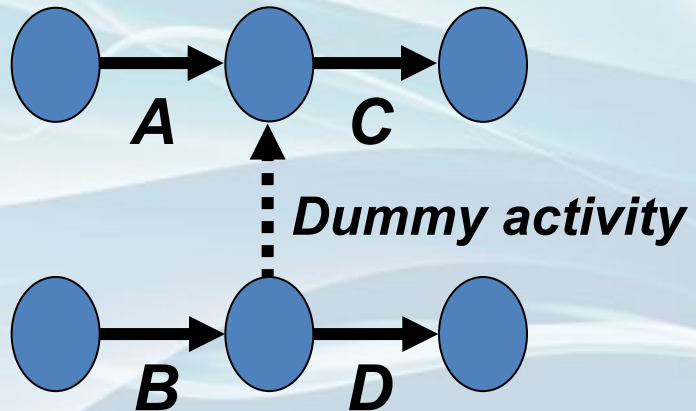
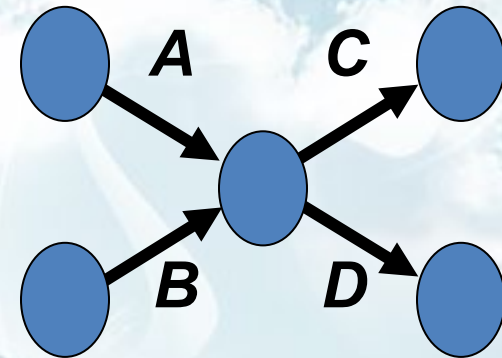


C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai

(e)



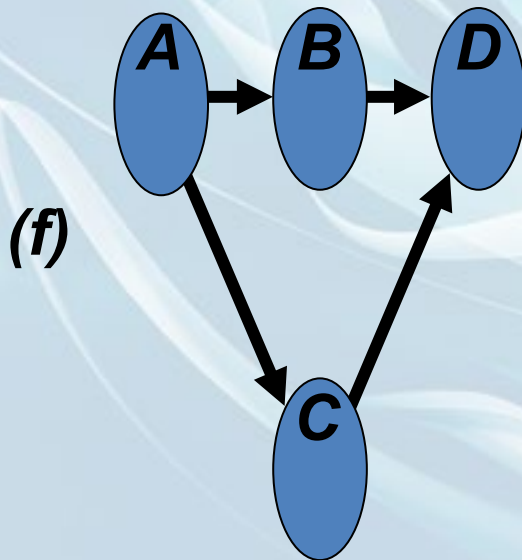
C tidak dapat dimulai setelah A dan B selesai, D tidak dapat dimulai sebelum B selesai. Kegiatan Dummy ditunjukkan pada AOA



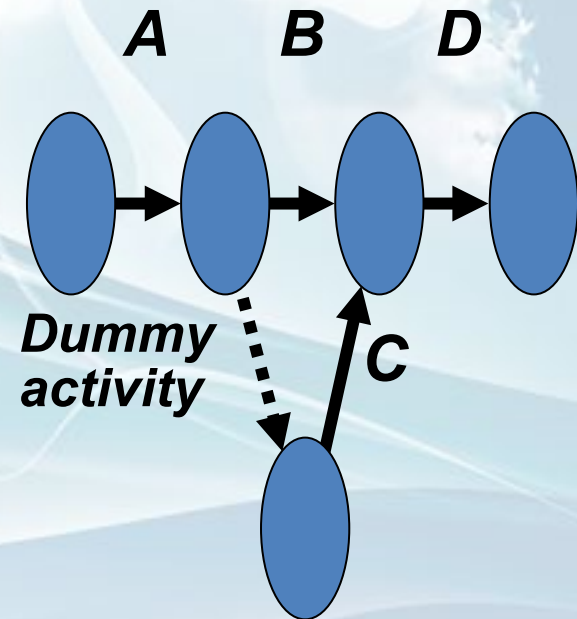
**Activity on
Node (AON)**

**Arti dari
Aktivitas**

**Activity on
Arrow (AOA)**



**B dan C tidak
dapat dimulai
hingga A selesai.
D tidak dapat
dimulai sebelum
B dan C selesai.
Kegiatan dummy
ditunjukkan pada
AOA.**



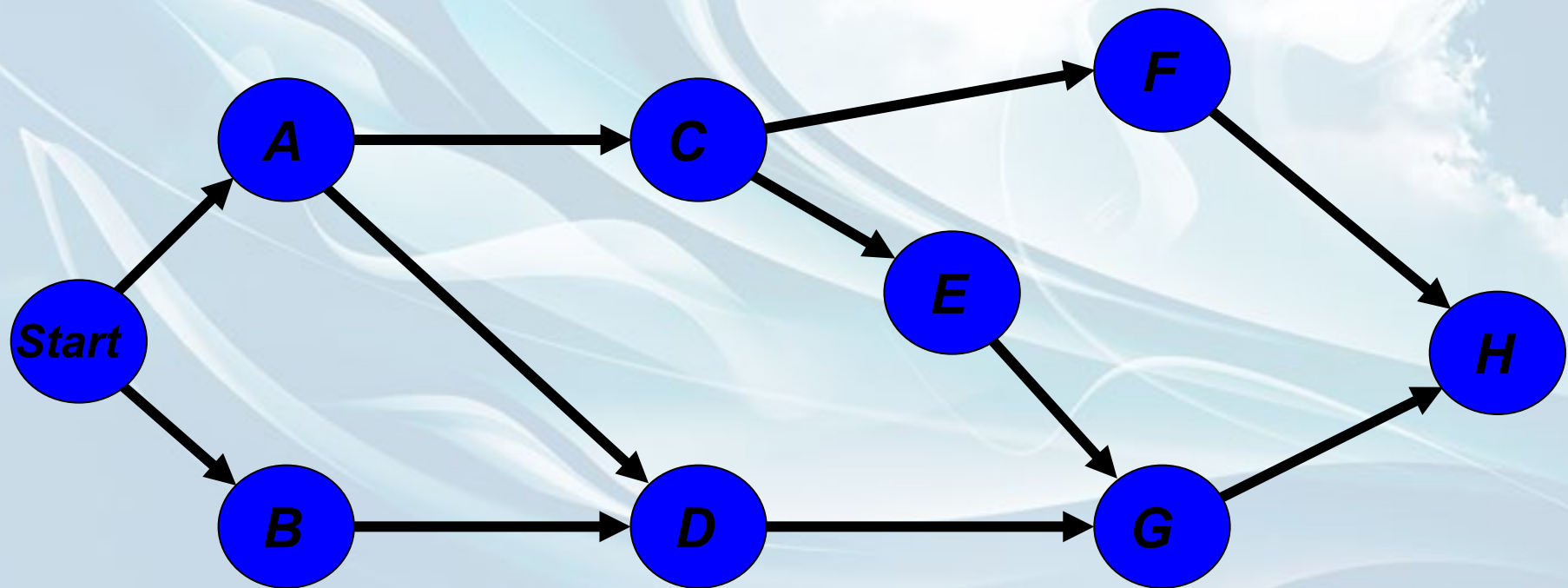
Contoh:

Pemerintah akan membangun rumah sakit berstandar internasional, rumah sakit tersebut akan di bangun dan harus melalui delapan kegiatan yakni: membangun komponen internal, memodifikasi atap dan lantai, membangun tumpukan, menuangkan beton dan memasang rangka, membangun pembakar temperatur tinggi, memasang sistem kendali polusi, membangun alat pencegah polusi udara, dan kegiatan terakhir yaitu pemeriksaan dan pengujian.

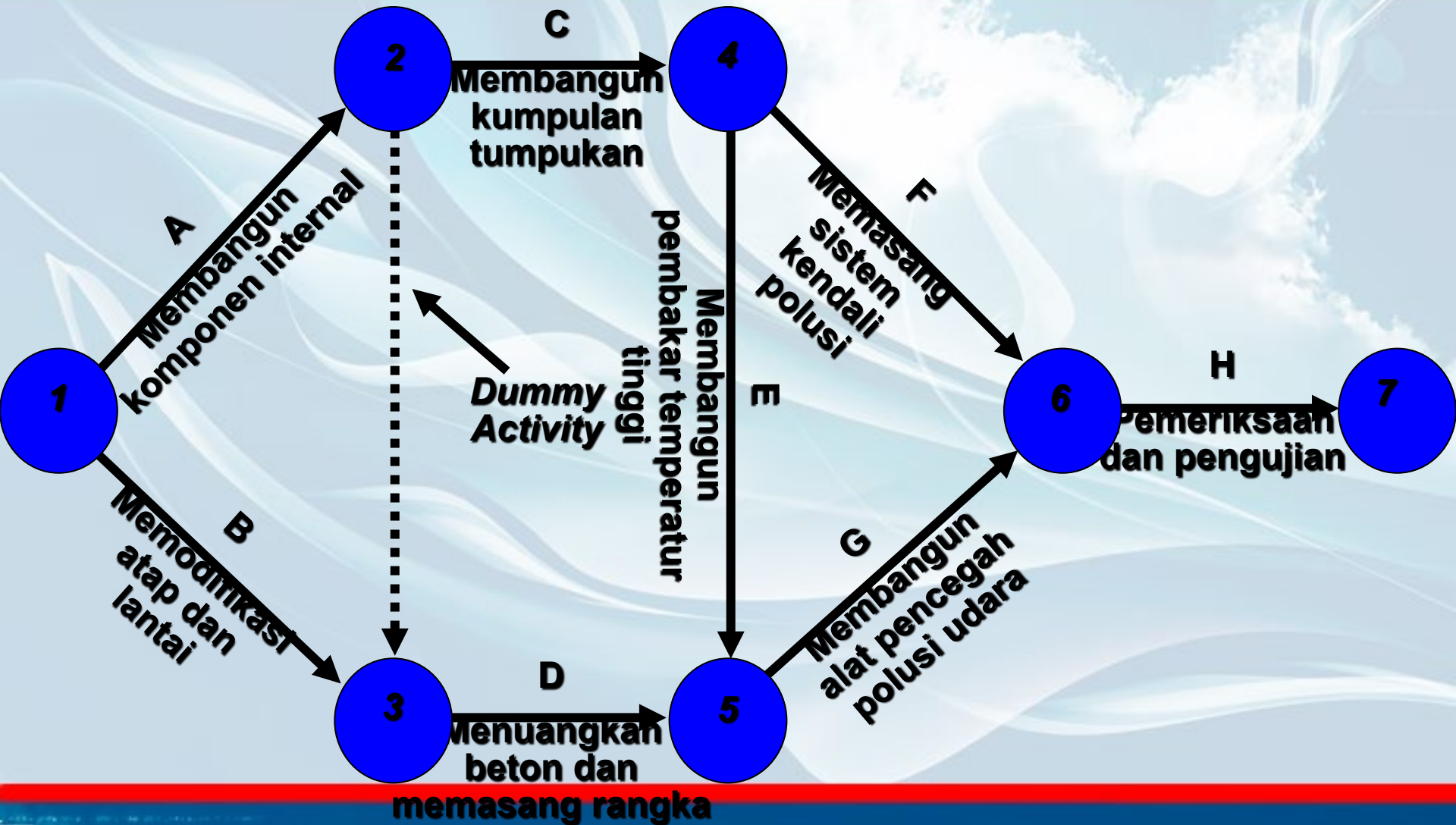
Kegiatan tersebut dapat di lihat pada tabel di bawah ini
berikut penjelasan susunan kegiatannya:

Kegiatan	Penjelasan	Pendahulu langsung
A	membangun komponen internal	-
B	memodifikasi atap dan lantai	-
C	membangun tumpukan	A
D	menuangkan beton dan memasang rangka	A,B
E	membangun pembakar temperatur tinggi	C
F	memasang sistem kendali polusi	C
G	membangun alat pencegah polusi udara	D,E
H	pemeriksaan dan pengujian	F,G

Gambar AON untuk proyek rumah sakit tersebut:



Gambar AOA untuk proyek rumah sakit tersebut:

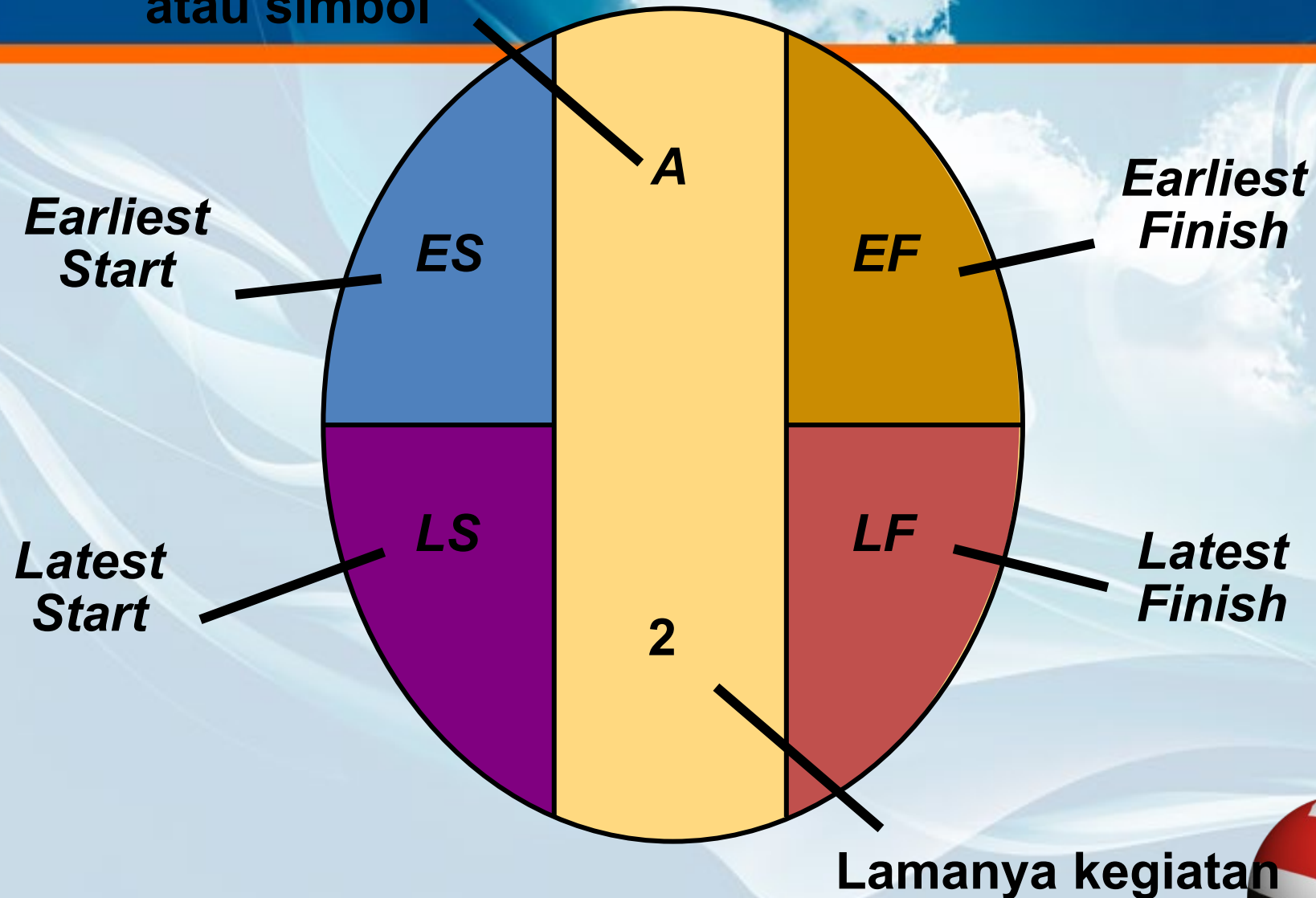


Jadwal aktivitas (activity scheduling)

Menentukan jadwal proyek atau jadwal aktivitas artinya kita perlu mengidentifikasi waktu mulai dan waktu selesai untuk setiap kegiatan

Kita menggunakan proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu untuk tiap kegiatan. ES (earliest start) dan EF (earliest finish) selama *forward pass*. LS (latest start) dan LF (latest finish) ditentukan selama *backward pass*.

Nama kegiatan
atau simbol



Forward pass, merupakan indentifikasi waktu-waktu terdahulu

Aturan mulai terdahulu:

- Sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, kegiatan pendahulu langsungnya harus selesai.
- Jika suatu kegiatan hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES nya sama dengan EF pendahulunya.
- Jika satu kegiatan mempunyai satu pendahulu langsung, ES nya adalah nilai maximum dari semua EF pendahulunya, yaitu $ES = \max [EF \text{ semua pendahulu langsung}]$

Aturan selesai terdahulu:

- Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu kegiatan adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya, $EF = ES + \text{waktu kegiatan}$.

Backward pass, merupakan indentifikasi waktu-waktu terakhir

Aturan waktu selesai terakhir:

- Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi hanya satu kegiatan, LF nya sama dengan LS dari kegiatan yang secara langsung mengikutinya.
- Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi lebih dari satu kegiatan, maka LF adalah minimum dari seluruh nilai LS dari kegiatan-kegiatan yang secara langsung mengikutinya, yaitu $LF = \text{Min} [LS \text{ dari seluruh kegiatan langsung yang mengikutinya}]$

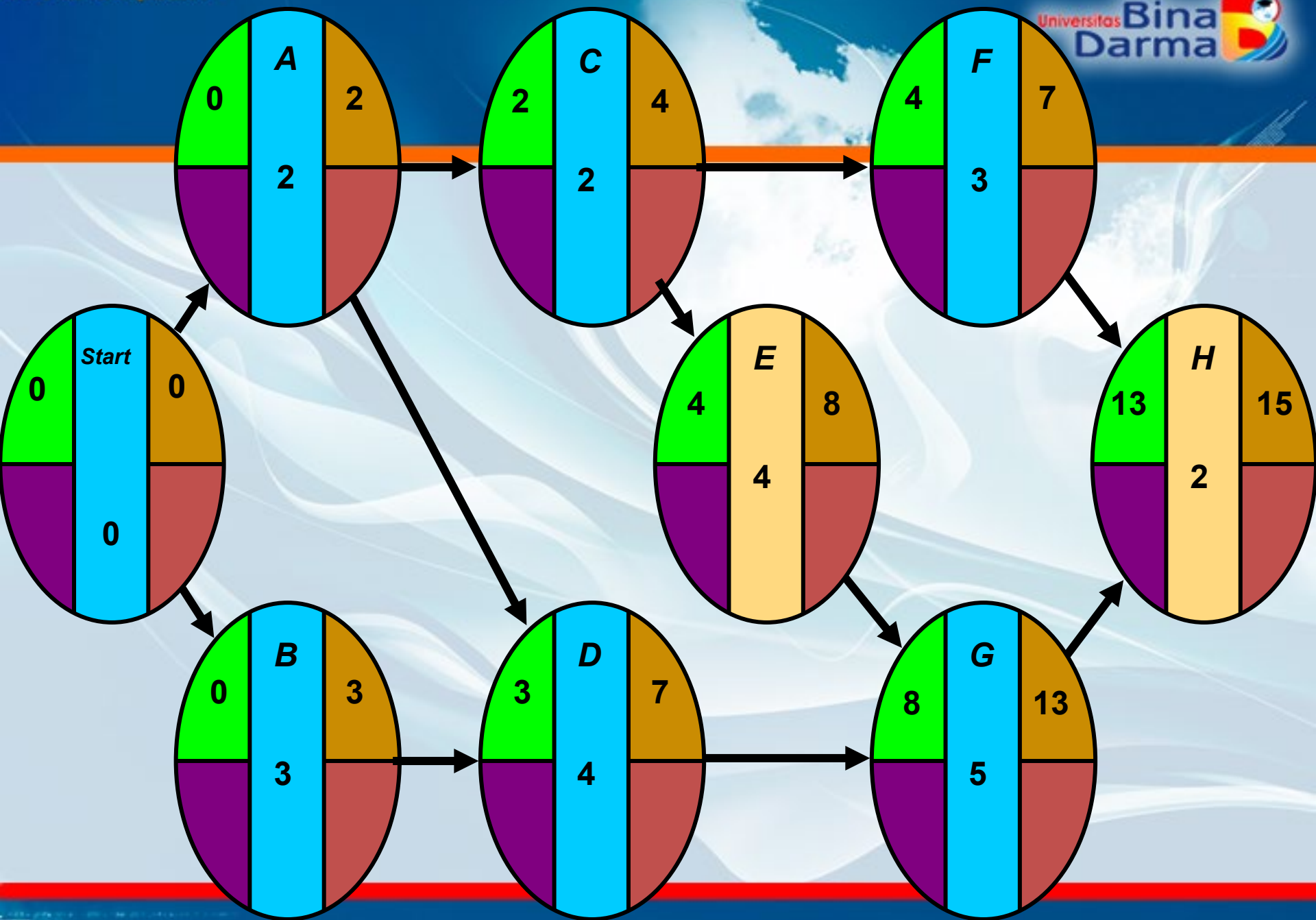
Aturan waktu mulai terakhir.

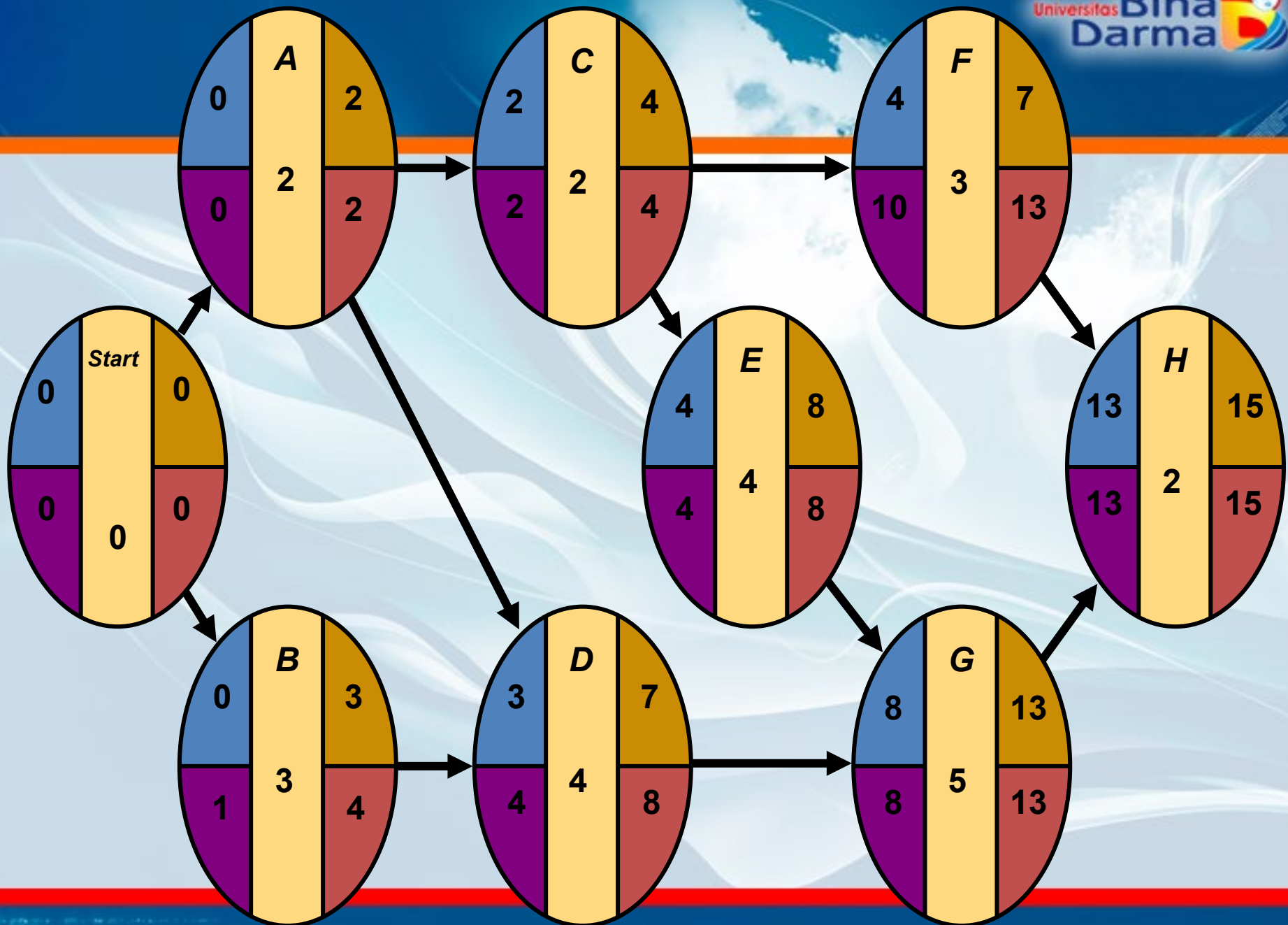
- Waktu mulai terakhir (LS) dari suatu kegiatan adalah perbedaan antar waktu selesai terakhir (LF) dan waktu kegiatannya, yaitu $LS = LF - \text{waktu kegiatan}$.

Contoh:

Hitunglah waktu mulai dan selesai terdahulu, untuk proyek rumah sakit berstandar internasional yang di bangun pemerintah. Dan berikut menunjukan jaringan proyek lengkap untuk proyek rumah sakit tersebut, bersama dengan nilai ES dan EF untuk semua kegiatan.

Kegiatan	Penjelasan	Waktu (minggu)
A	membangun komponen internal	2
B	memodifikasi atap dan lantai	3
C	membangun tumpukan	2
D	menuangkan beton dan memasang rangka	4
E	membangun pembakar temperatur tinggi	4
F	memasang sistem kendali polusi	3
G	membangun alat pencegah polusi udara	5
H	pemeriksaan dan pengujian	2
TOTAL (minggu)		25





Hasil perhitungan ES, EF, LS dan LF

Kegiatan	Waktu	ES	EF	LS	LF
A	2	0	2	0	2
B	3	0	3	1	4
C	2	2	4	2	4
D	4	3	7	4	8
E	4	4	8	4	8
F	3	4	7	10	13
G	5	8	13	8	13
H	2	13	15	13	15

Chart untuk ES-EF

- A. membangun komponen internal
- B. memodifikasi atap dan lantai
- C. membangun tumpukan
- D. menuangkan beton dan memasang rangka
- E. membangun pembakar temperatur tinggi
- F. memasang sistem kendali polusi
- G. membangun alat pencegah polusi udara
- H. pemeriksaan dan pengujian

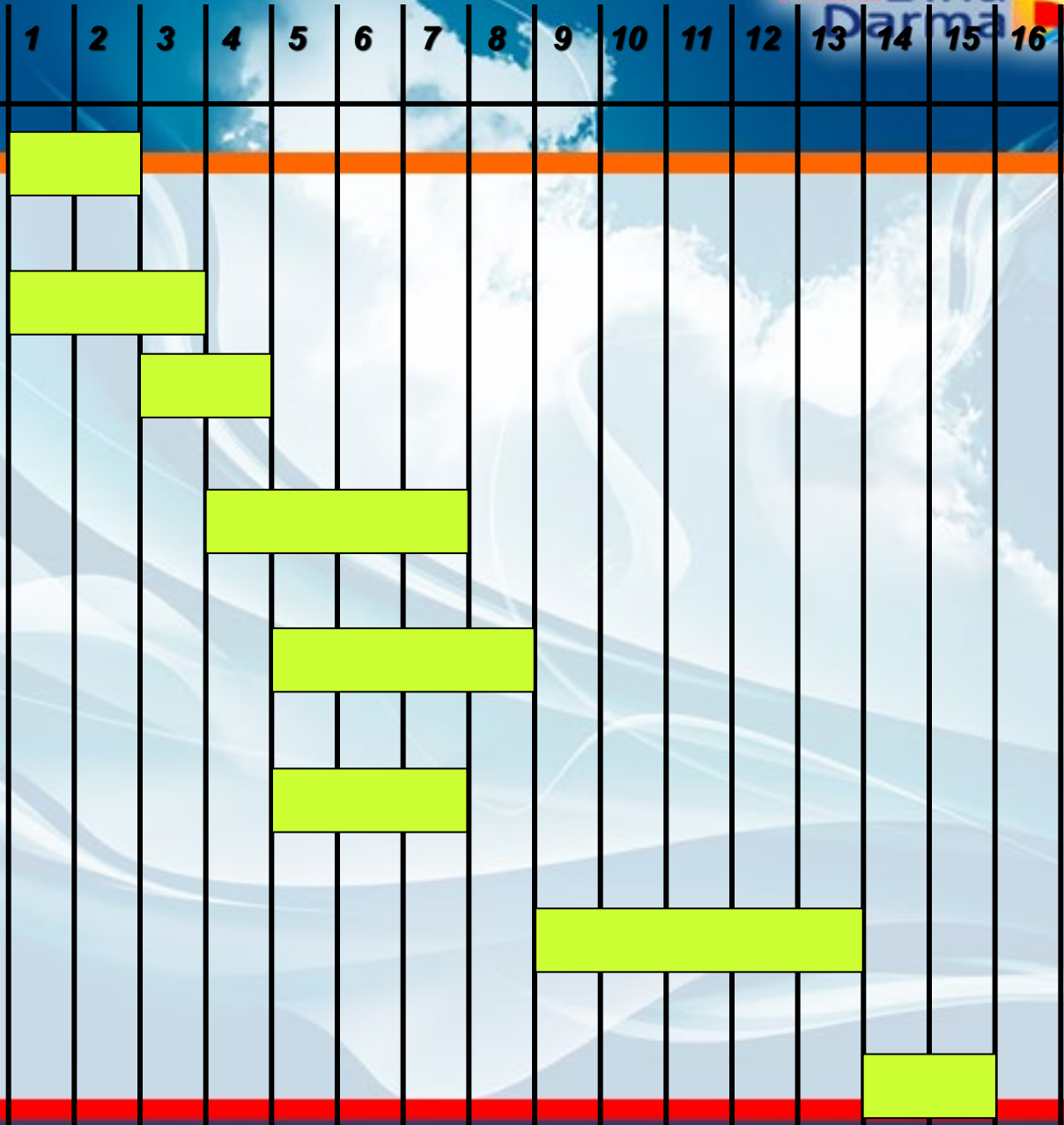


Chart untuk ES-EF

- A. membangun komponen internal
- B. memodifikasi atap dan lantai
- C. membangun tumpukan
- D. menuangkan beton dan memasang rangka
- E. membangun pembakar temperatur tinggi
- F. memasang sistem kendali polusi
- G. membangun alat pencegah polusi udara
- H. pemeriksaan dan pengujian



Hambatan aktivitas (*slack activity*) dan jalur kritis (*critical path*)

Waktu slack (*slack time*) yaitu waktu bebas yang dimiliki oleh setiap kegiatan untuk bisa diundur tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

Jalur kritis adalah kegiatan yang tidak mempunyai waktu tenggang ($\text{Slack}=0$), artinya kegiatan tersebut harus dimulai tepat pada ES agar tidak mengakibatkan bertambahnya waktu penyelesaian proyek. Kegiatan dengan *slack* = 0 disebut sebagai kegiatan kritis dan berada pada jalur kritis.

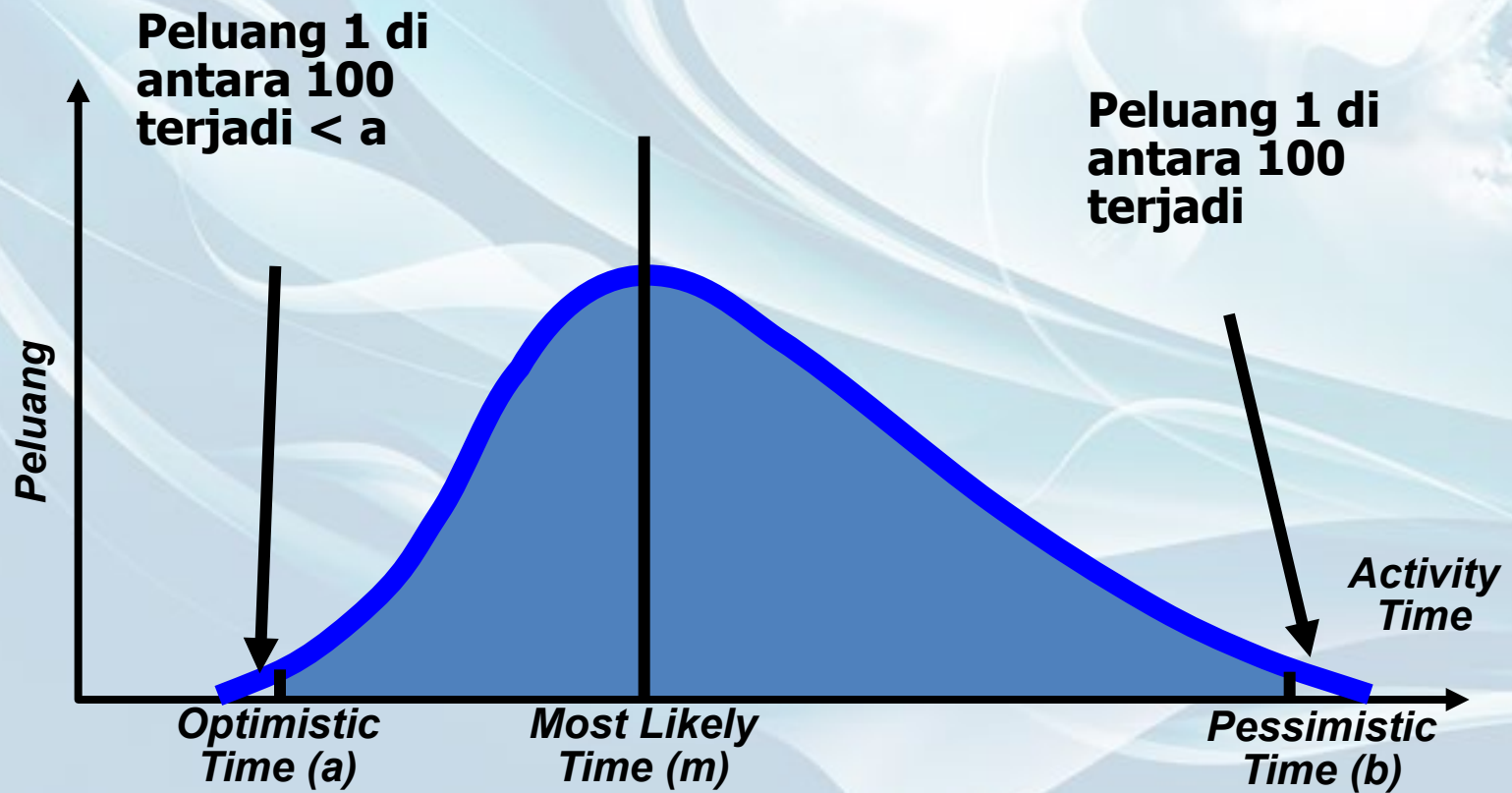
Contoh:

Hitunglah slack dan jalur kritis untuk kegiatan-kegiatan pada proyek rumah sakit pemerintah yang berstandar internasional.

Kegiatan	ES	EF	LS	LF	Slack LS – ES	Critical Path
<i>A</i>	0	2	0	2	0	Ya
<i>B</i>	0	3	1	4	1	-
<i>C</i>	2	4	2	4	0	Ya
<i>D</i>	3	7	4	8	1	-
<i>E</i>	4	8	4	8	0	Ya
<i>F</i>	4	7	10	13	6	-
<i>G</i>	8	13	8	13	0	Ya
<i>H</i>	13	15	13	15	0	Ya

Kemungkinan waktu penyelesaian aktivitas (probabilistic activity times)

- Waktu optimis (optimistic time) [a]
- Waktu pesimis (pessimistic time) [b]
- Waktu realistis (most likely time) [m]



Expected time (waktu yang diharapkan):

$$t = (a + 4m + b)/6$$

Variance of times:

$$v = [(b - a)/6]^2$$

$s^2 = \text{Varians proyek} = \sum(\text{variens kegiatan pada jalur kritis})$

Standard deviasi proyek (s) =
 $\sqrt{\text{variens proyek}}$

Nilai deviasi normal (Z) = $[\text{batas waktu (n)} - \text{waktu penyelesaian yang diharapkan}] / s$

Contoh:

Suatu perusahaan sepatu akan membuat proyek pembuatan sepatu model baru, dan harus melalui delapan tahap kegiatan. Perusahaan membuat perkiraan waktu dan hasilnya sebagai berikut:

Kegiatan	Waktu optimis (a)	Waktu pesimis (b)	Waktu realistis (m)	Jalur kritis
A	1	3	2	Ya
B	2	4	3	-
C	1	3	2	Ya
D	2	6	4	-
E	1	7	4	Ya
F	1	9	2	-
G	3	11	4	Ya
H	1	3	2	Ya

Untuk mencari waktu yang diharapkan perusahaan dan variansnya, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut

Kegiatan	(a)	(b)	(m)	Jalur kritis	Waktu yang diharapkan $t = (a + 4m + b) / 6$	Varians $[(b-a)/6]^2$
A	1	3	2	Ya	2	0.11
B	2	4	3	-	3	0.11
C	1	3	2	Ya	2	0.11
D	2	6	4	-	4	0.44
E	1	7	4	Ya	4	1.00
F	1	9	2	-	3	1.78
G	3	11	4	Ya	5	1.78
H	1	3	2	Ya	2	0.11

Varians proyek

= $\sum$ (varians kegiatan pada jalur kritis)

= varians A + varians C + varians E + varians G
+ varians H

= 0,11 + 0,11 + 1,00 + 1,78 + 0,11

= 3.11

Standard deviasi proyek (s) =

$\sqrt{\text{varians proyek}}$

$\sqrt{3.11}$

=1.76 minggu

Kemudian perusahaan menetapkan batas waktu penyelesaian proyek yakni selama 26 minggu, maka:

Nilai deviasi normal (Z)

= [batas waktu (n) – waktu penyelesaian yang diharapkan]/S

= (26 minggu – 25 minggu)/1.76

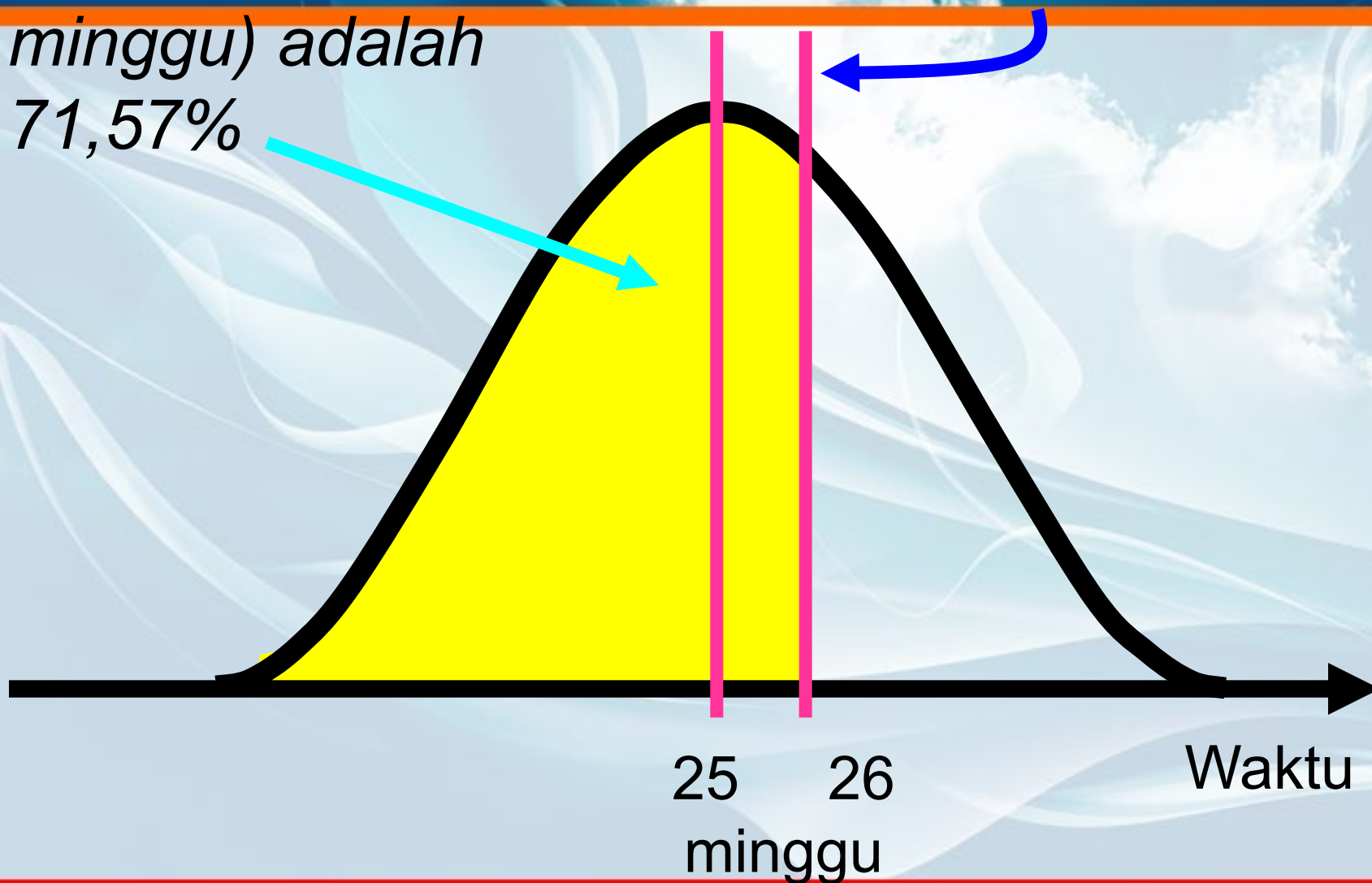
= 1/1.76

= 0.57

Kemudian merujuk pada Tabel Normal, kita dapat mendapat peluang 0.7157, artinya ada peluang sebesar 71.57% untuk perusahaan menyelesaikan proyek tersebut dalam kurun waktu 26 minggu atau kurang dari itu

*Peluang ($T \leq 26$
minggu) adalah
71,57%*

0.57 Standard deviations



Kelebihan CPM/PERT

- Sangat bermanfaat untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar.
- Konsep yang lugas (secara langsung) dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
- Network dapat untuk melihat hubungan antar kegiatan proyek secara cepat.
- Analisa jalur kritis dan slack membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat.
- Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk berbagai kegiatan.
- Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi
- Berguna dalam pengawasan biaya dan jadwal.

Keterbatasan CPM/PERT

- Kegiatan harus jelas dan hubungan harus bebas dan stabil.
- Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijangkingkan bersama-sama.
- Perkiraan waktu cenderung subyektif dan tergantung manajer.
- Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur kritis, maka yang nyaris kritis perlu diawasi.