

**CPM (Critical Path  
Method)  
dan  
PERT (Program  
Evaluation and Review  
Technique)**

- **Proyek** : Kombinasi dan 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 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.

# 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 biasa digunakan adalah Gantt Chart, PERT dan CPM.

# 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 diantara 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 dan aktifitas yang dapat dikendalikan
- **Saling ketergantungan:** Adanya saling ketergantungan dari setiap tugas dan aktifitas yang dibagi harus ditentukan dari awal penjadwalan proyek
- **Alokasi waktu:** Setiap tugas yang akan dijadwalkan harus dialokasikan ke dalam sejumlah satuan kerja
- **Validasi kerja:** Setiap proyek memiliki staf tertentu, dimana pada saat pembagian tugas, harus dipastikan bahwa tidak akan kelebihan alokasi waktu atau jumlah SDM pada saat tertentu.

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 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.

# Syarat Proyek sebagai Network Planning

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



# Proses dalam CPM/PERT

# 1. 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 menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA panah menunjukkan kegiatan.

# Pebandingan antara konvensi jaringan AON dan AOA

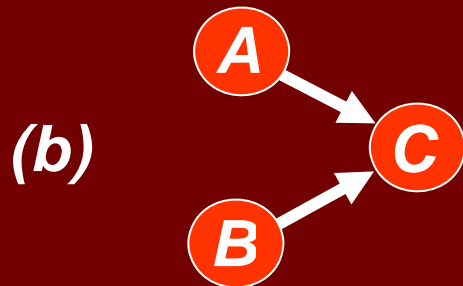
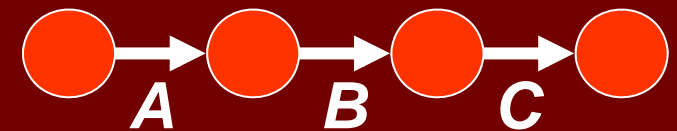
*Activity on  
Node (AON)*

*Arti dari  
Aktivitas*

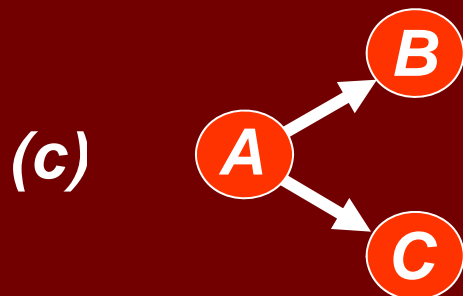
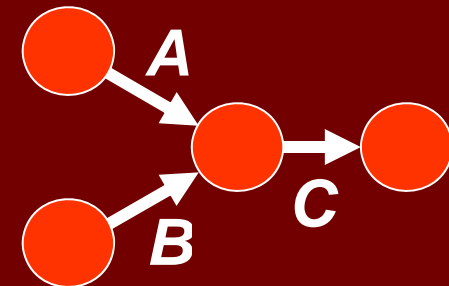
*Activity on  
Arrow (AOA)*



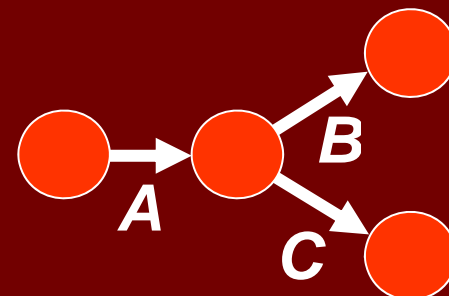
A datang  
sebelum B, yang  
datang sebelum  
C



A dan B keduanya  
harus diselesaikan  
sebelum C dapat  
dimulai



B dan C tidak  
dapat di mulai  
sebelum A selesai

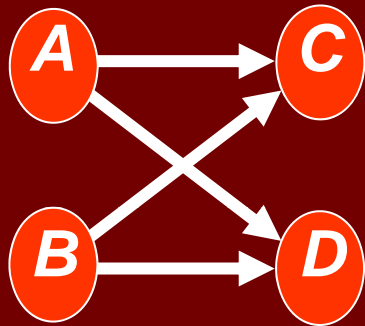


**Activity on  
Node (AON)**

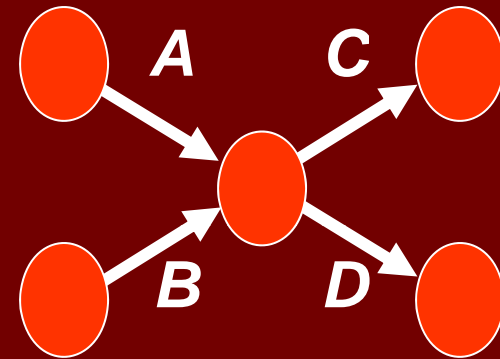
**Arti dari  
Aktivitas**

**Activity on  
Arrow (AOA)**

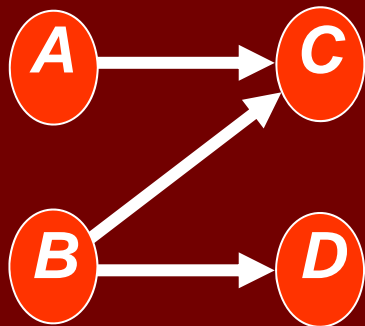
(d)



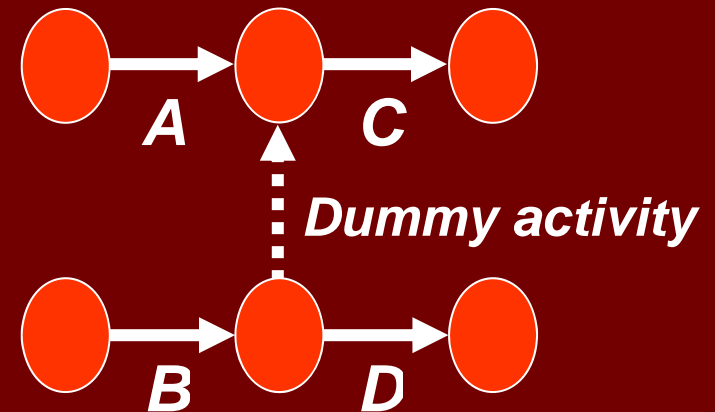
C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai



(e)



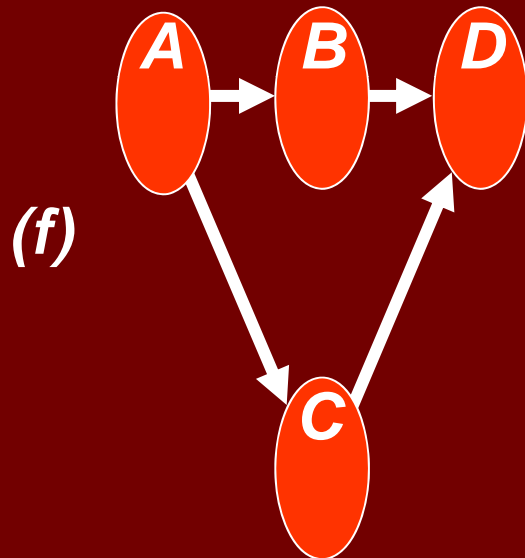
C tidak dapat dimulai setelah A dan B selesai, D tidak dapat dimulai sebelum B selesai. Kegiatan Dummy ditunjukkan pada AOA



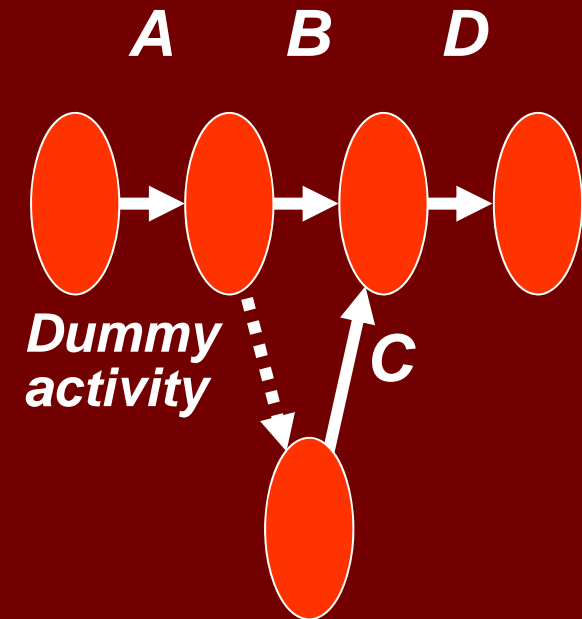
***Activity on  
Node (AON)***

***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.



# Aturan Dasar Logika Jaringan Kerja

Dalam menyusun suatu jaringan kerja, ada beberapa aturan dasar yang perlu diperhatikan:

- Sebelum suatu aktifitas boleh dimulai, semua aktifitas 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.
- Diantara dua event tidak boleh terdapat dua aktifitas atau lebih secara langsung, harus dibuat aktifitas *dummy*

## Contoh:

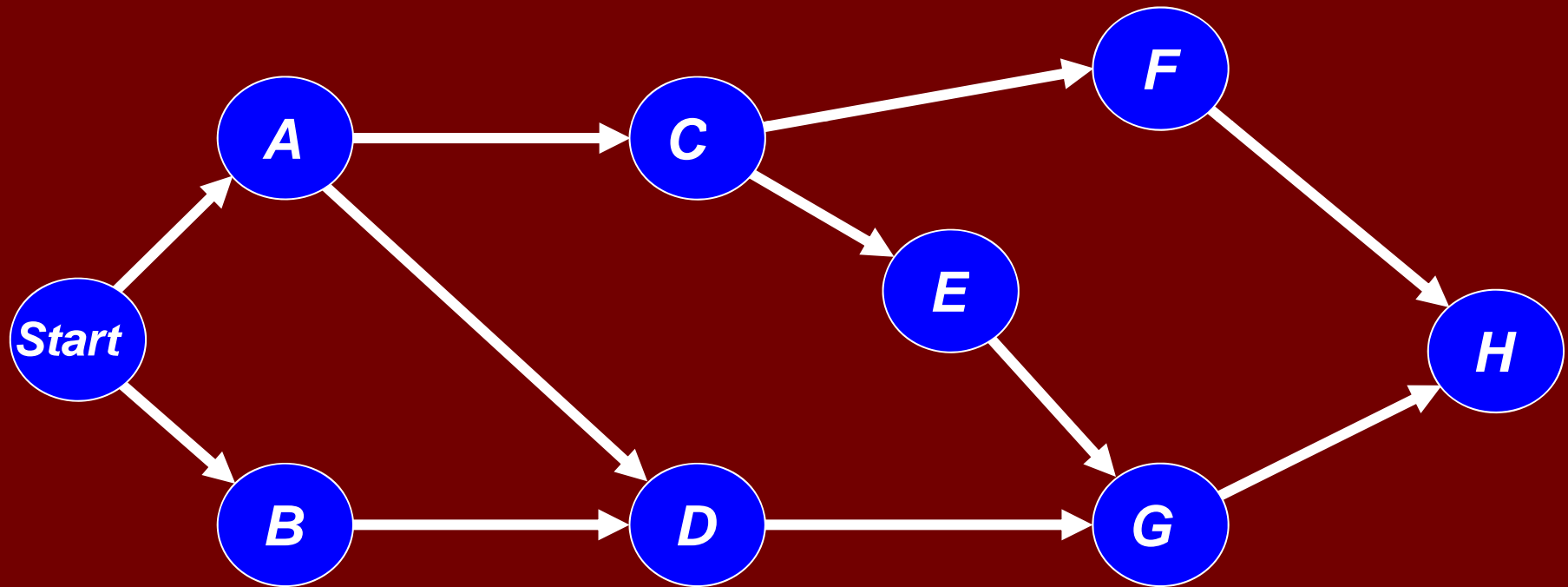
Pemerintah akan membangun rumah sakit berstandar internasional, rumah sakit tersebut akan di bangun dan harus melalui delapan kegiatan yakni: membangun komponen internal, memodifikasi atap dan lantai, membangun tumpukan, menuangkan beton dan memasang rangka, membangun pembakar temperatur tinggi, memasang 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:

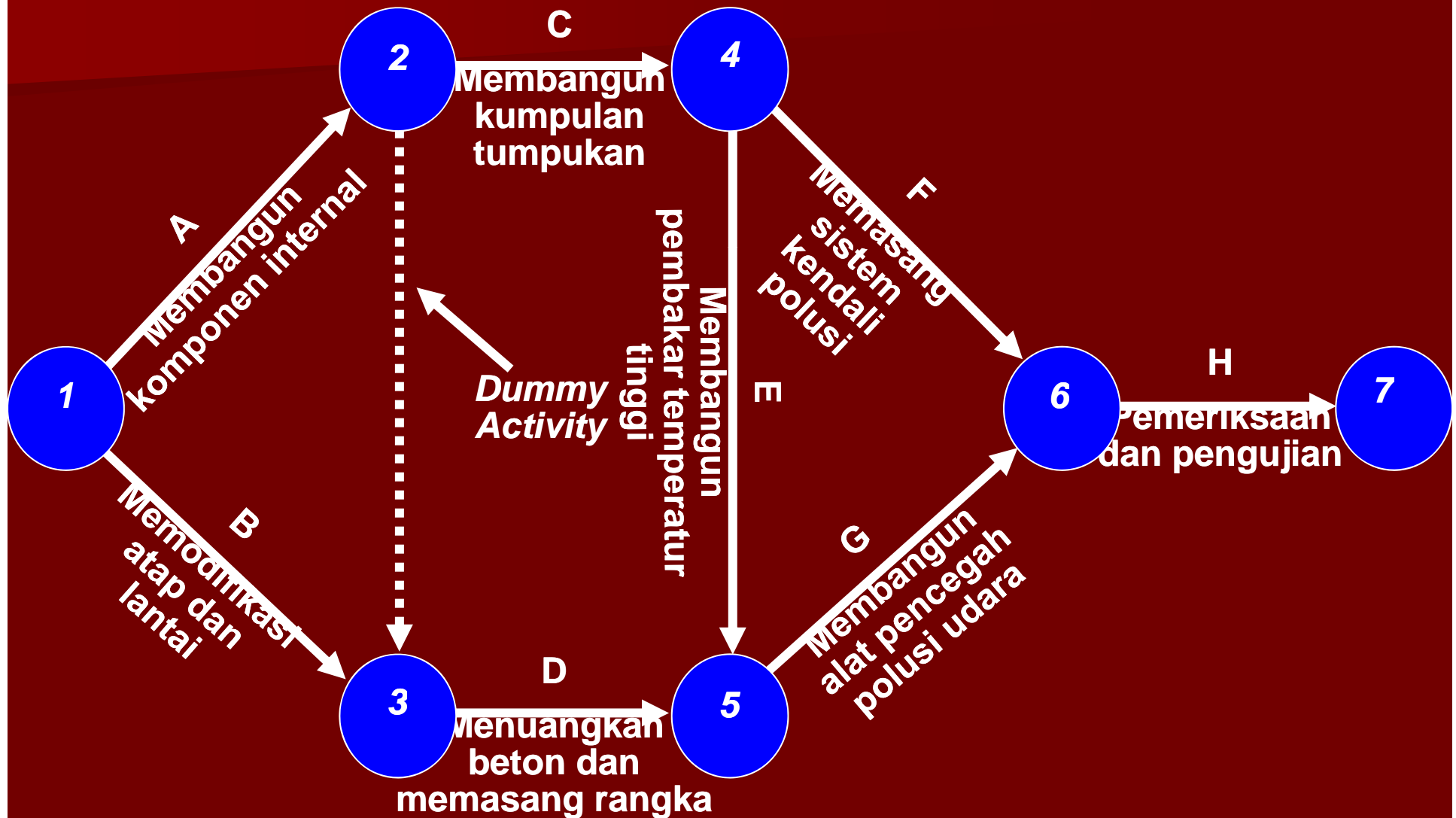
Kegiatan	Penjelasan	Pendahulu langsung
A	membangun komponen internal	-
B	memodifikasi atap dan lantai	-
C	membangun tumpukan	A
D	menuangkan beton dan memasang rangka	A,B
E	membangun pembakar temperatur tinggi	C
F	memasang sistem kendali polusi	C
G	membangun alat pencegah polusi udara	D,E
H	pemeriksaan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



# Gambar AON untuk proyek rumah sakit tersebut:



# Gambar AOA untuk proyek rumah sakit tersebut:



# LATIHAN

Gambarlah jaringan yang menunjukkan hubungan kegiatan sebagai berikut:

- Kegiatan A, B dan C merupakan kegiatan pertama dan dapat dilakukan secara serentak. 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
- Kegiatan G mendahului kegiatan J
- Kegiatan H,I dan J merupakan kegiatan terakhir di proyek

## 2. Jadwal aktivitas (activity scheduling)

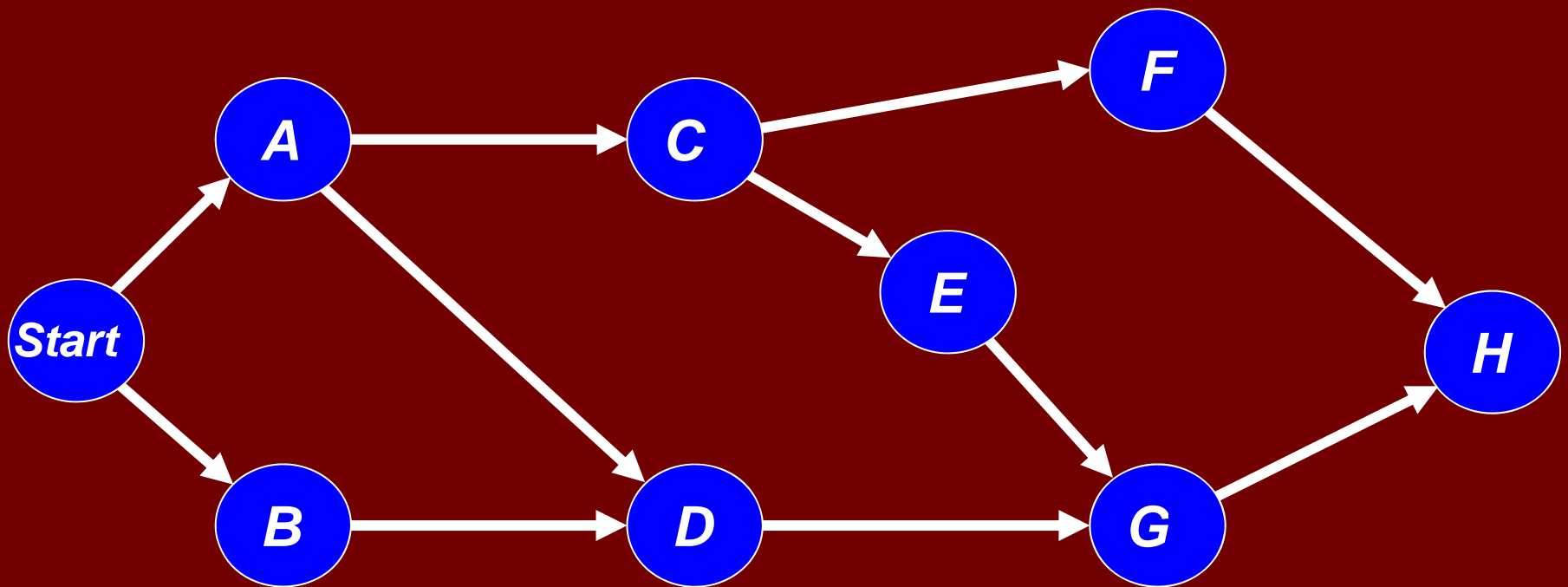
Menentukan jadwal proyek atau jadwal aktivitas artinya kita perlu mengidentifikasi waktu mulai dan waktu selesai untuk setiap kegiatan.

### A. 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:

Tentukan jalur kritis dari pembangunan rumah sakit yang telah dibahas sebelumnya.



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

■ Jalur yang memungkinkan :

– Jalur A – C – F – H :  $2 + 2 + 3 + 2 = 9$

– Jalur A – C – E – G – H :  $2 + 2 + 4 + 5 + 2 = 15$

– Jalur A – D – G – H :  $2 + 4 + 5 + 2 = 13$

– Jalur B – D – G – H :  $3 + 4 + 5 + 2 = 14$

- Jalur kritis adalah jalur yang memiliki nilai terbesar, sehingga jalur kritis pada persoalan ini adalah **Jalur A – C – E – G – H**

## B. Algoritma Jalur Kritis

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

***Earliest  
Start***

***ES***

***A***

***Earliest  
Finish***

***EF***

***Latest  
Start***

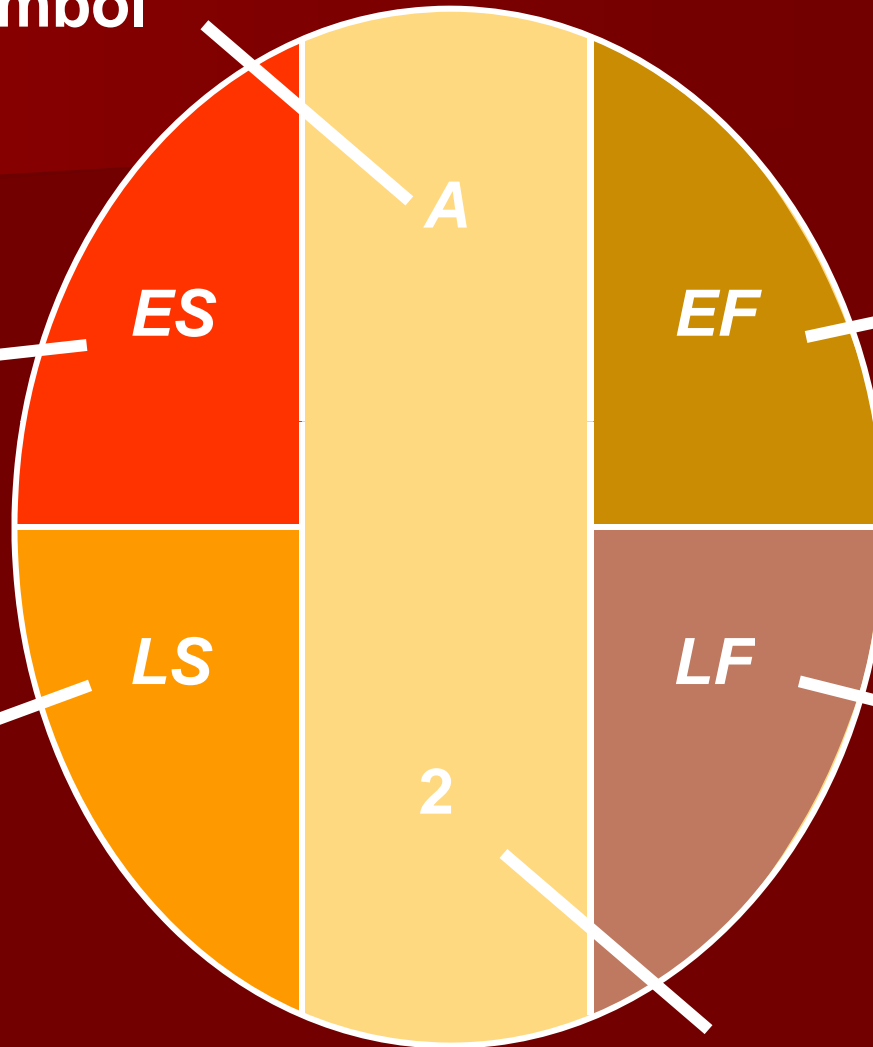
***LS***

***2***

***Latest  
Finish***

***LF***

**Lamanya kegiatan**



# 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 lebih dari satu pendahulu, 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,  $EF = ES + \text{waktu kegiatan}$ .

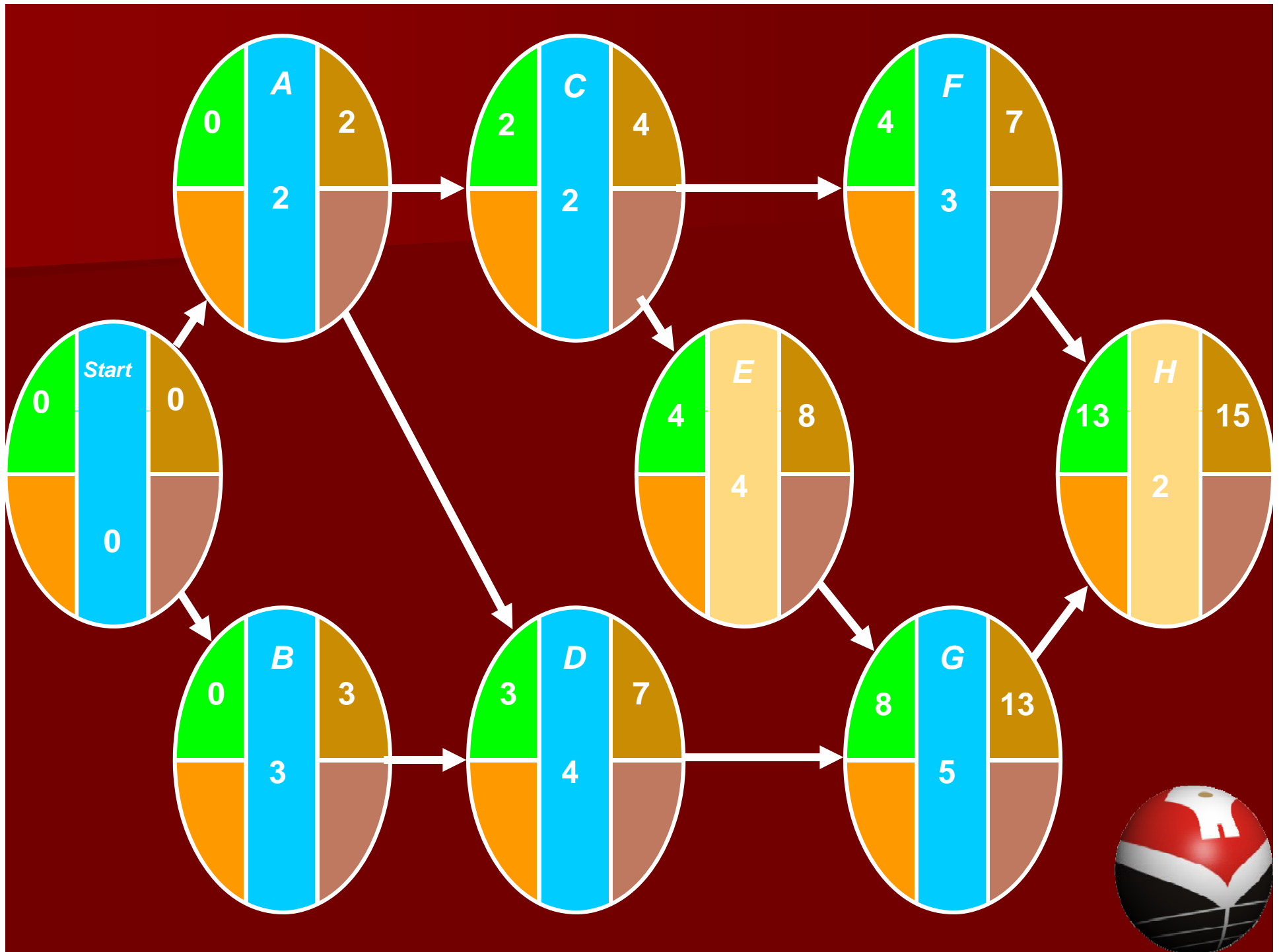
# Backward pass, merupakan indentifikasi waktu-waktu terakhir

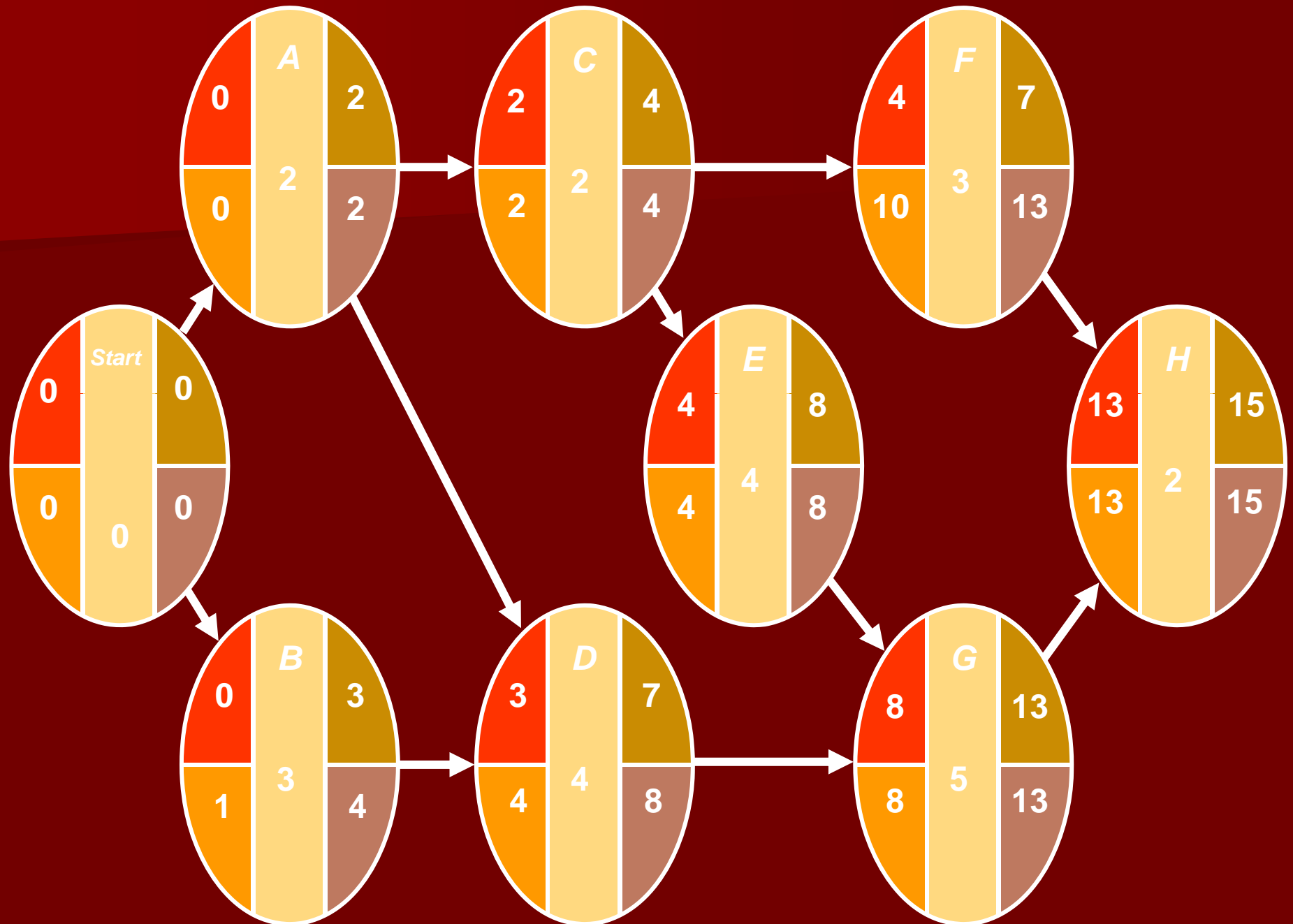
Aturan waktu selesai terakhir:

- 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  $LS = LF - \text{waktu kegiatan}$ .





## 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



# LATIHAN

Tentukan jaringan menggunakan PERT dari tabel sebelumnya, bila diketahui waktu penyelesaian proyek seperti tabel dibawah ini:

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