



MANAJEMEN PROYEK

www.esaunggul.ac.id

PERTEMUAN #7

TKT101
|
**PENGANTAR
TEKNIK
INDUSTRI**

6623 – TAUFIQUR RACHMAN

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

- Mampu membandingkan antara kondisi nyata dengan penerapan teori yang telah dipelajari dan menghitung serta menganalisis permasalahan dengan pendekatan metode keilmuan teknik industri terkait dengan manajemen proyek.

INDIKATOR PENILAIAN

- Ketepatan dalam memberikan perbandingan antara kondisi nyata dengan penerapan teori yang telah dipelajari dan menghitung serta menganalisis permasalahan dengan pendekatan metode keilmuan teknik industri terkait dengan manajemen proyek.

PENDAHULUAN

- Proyek adalah pekerjaan besar yang mungkin tidak akan terulang secara persis sama di masa mendatang.
- Kesalahan apapun yang dilakukan akan membutuhkan biaya untuk memperbaikinya dan karenanya menjadi penting untuk mengerjakannya secara tepat.
- Tiap proyek terdiri dari beberapa tugas atau aktivitas.
- Aktivitas-aktivitas ini memiliki hubungan presedensi atau ketergantungan.
- Tiap aktivitas memiliki durasi waktu untuk pengerjaannya.

DEFINISI

Proyek

- Serangkaian pekerjaan yang saling terkait dan biasanya diarahkan ke beberapa output utama dan membutuhkan jangka waktu yang signifikan untuk melakukannya.

Manajemen Proyek

- Merupakan kegiatan pengelolaan perencanaan, mengarahkan sumber daya, dan mengendalikan (orang, peralatan, material) untuk memenuhi biaya, teknis, dan kendala waktu proyek.

METODE MANAJEMEN PROYEK

- Teknik analisa jaringan merupakan metode yang dapat membantu manajemen proyek (baik yang sedang berjalan, maupun yang baru).
- Pada akhir 1950-an dikembangkan teknik analisa jaringan, yaitu:
 - *Critical Path Method (CPM)*, dan
 - *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*.
- Kedua metode akan menampilkan durasi aktivitas dan mengindikasikan saat mulai terdini dari suatu aktivitas.

CPM

- *Critical Path Method (CPM)* adalah teknik analisa jaringan (*networking analysis*) yang menggunakan jalur (garis edar) kritis dengan menaksir (memperkirakan) waktu dengan pasti (*deterministic*).
- CPM bertujuan untuk mengidentifikasi garis edar (jalur) kritis sebagai garis edar (jalur) yang berisi kejadian-kejadian yang tidak memiliki kesenjangan, sehingga akan diperoleh:
 - Waktu mulai dan selesai paling cepat,
 - Waktu mulai dan selesai paling lambat,
 - Waktu penundaan,
 - Total waktu aktivitas/proyek dapat diselesaikan.

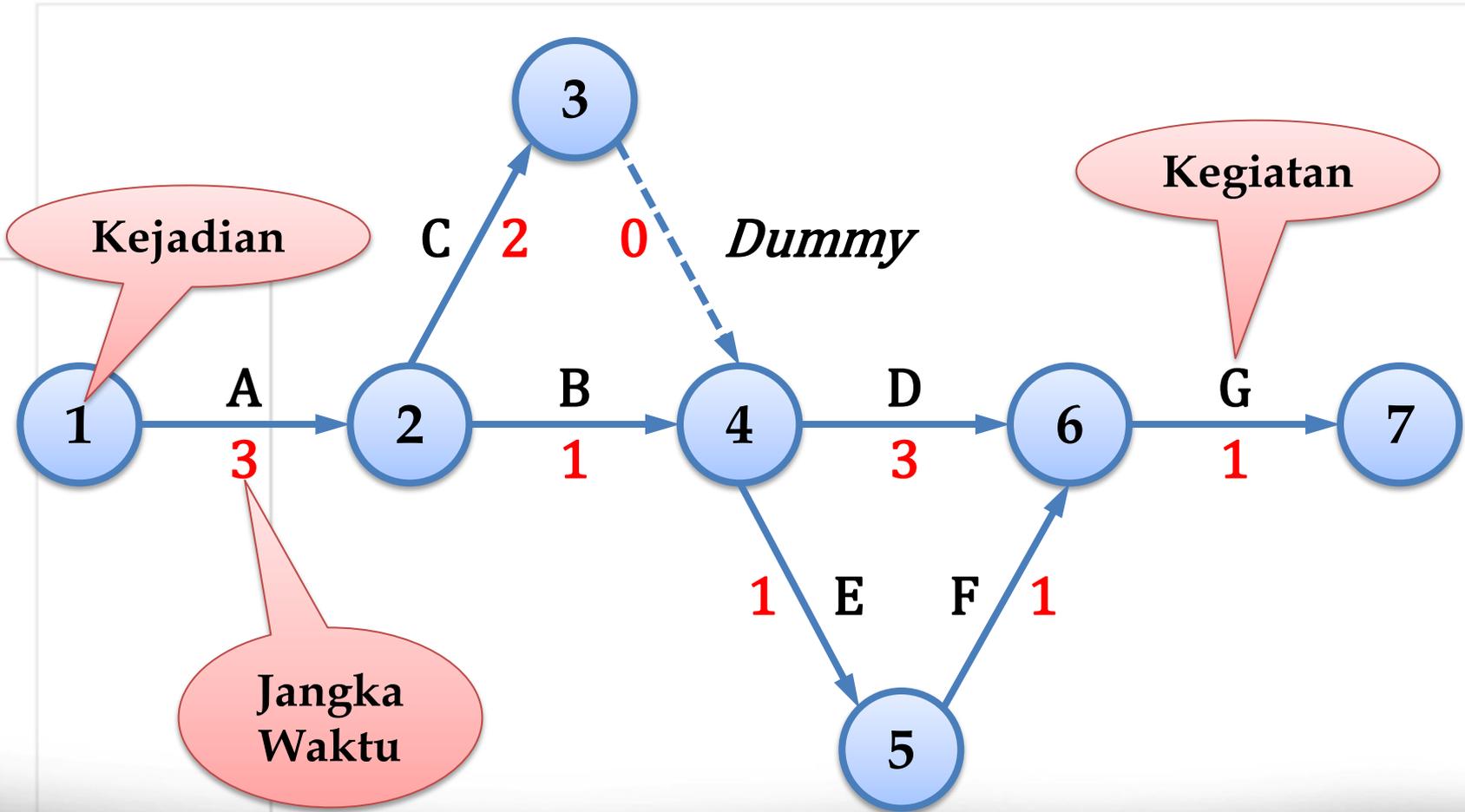
LANGKAH DASAR CPM

- 1) Mendefinisikan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja.
- 2) Membangun hubungan antar kegiatan dengan memutuskan kegiatan mana yang harus lebih dahulu mana yang harus mengikuti yang lain.
- 3) Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan.
- 4) Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan.
- 5) Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini yang disebut jalur kritis.
- 6) Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

CONTOH LANGKAH 1 & 2

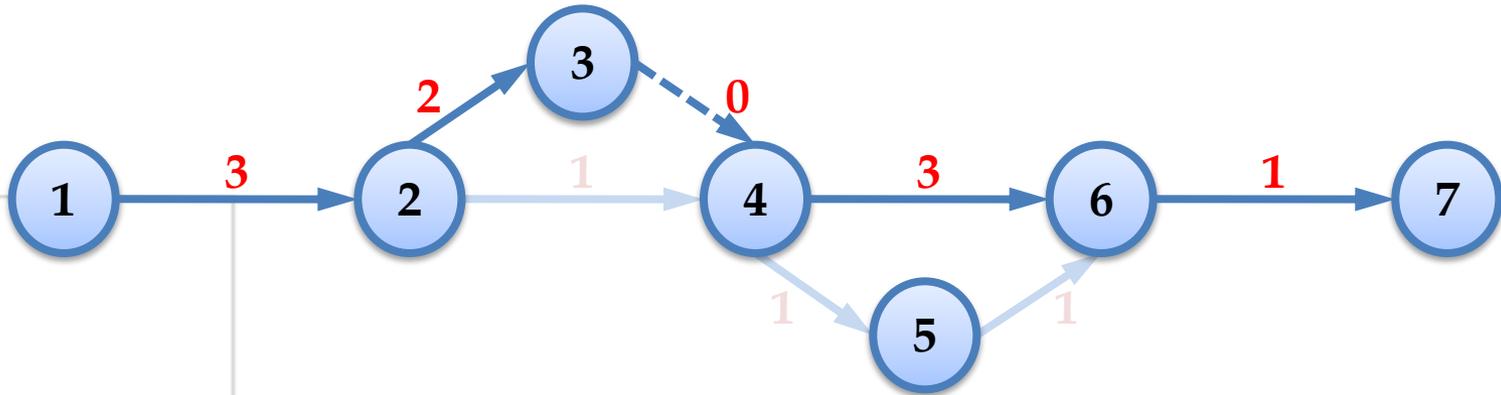
No.	Kejadian	Kegiatan		Kegiatan Sebelumnya	Jangka Waktu (Bulan)
		Nama	Kode		
1	1 → 2	Desain dan pendanaan	A	--	3
2	2 → 4	Memesan bahan baku	B	A	1
3	2 → 3	Mendirikan pondasi	C	A	2
4	4 → 6	Membangun rumah	D	B, C	3
5	4 → 5	Memilih Cat	E	B, C	1
6	5 → 6	Memilih karpet	F	E	1
7	6 → 7	Finishing	G	D, F	1

CONTOH LANGKAH 3 & 4

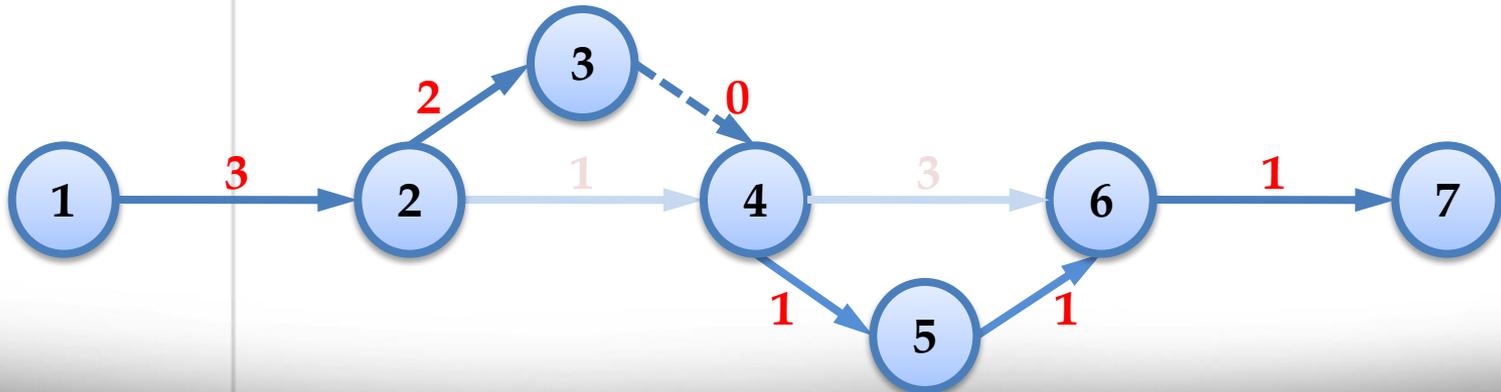


IDENTIFIKASI JALUR/GARIS EDAR ...(1/2)

A. Garis Edar (Jalur) A

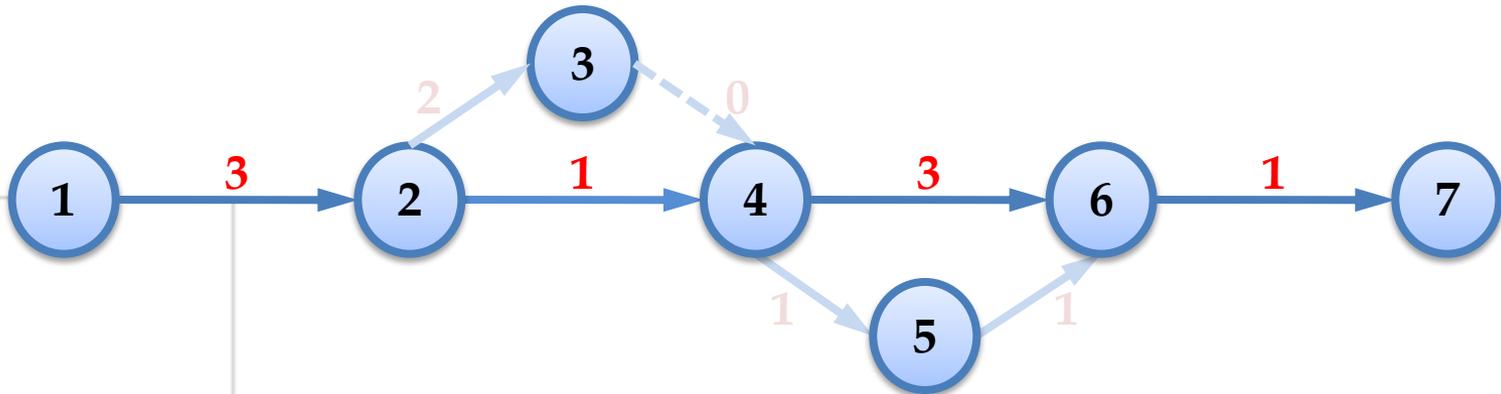


B. Garis Edar (Jalur) B

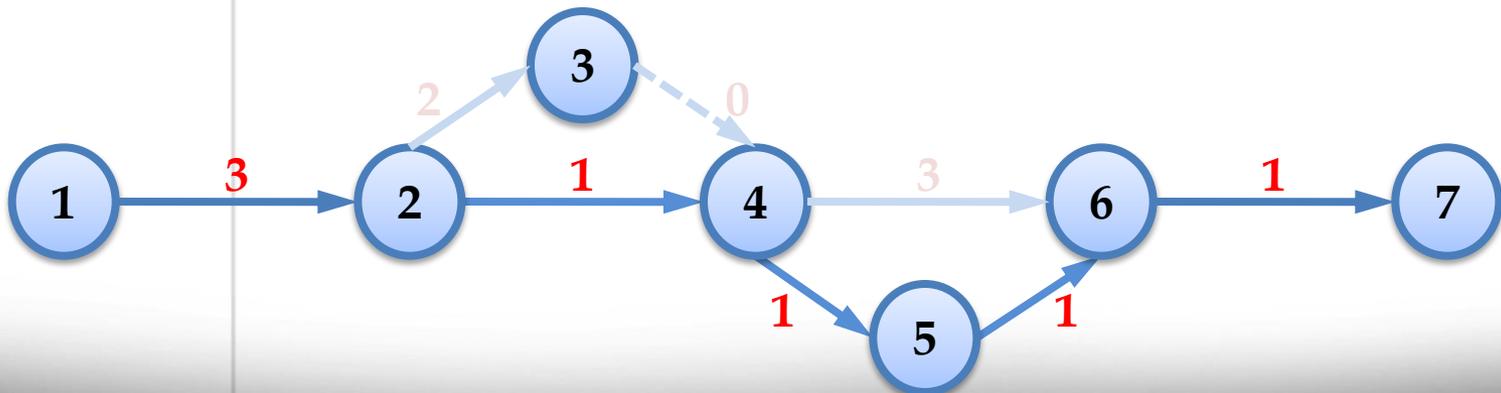


IDENTIFIKASI JALUR/GARIS EDAR ...(2/2)

C. Garis Edar (Jalur) C



D. Garis Edar (Jalur) D



CONTOH LANGKAH 5

- Identifikasi garis edar/jalur yang mungkin terjadi/ada dari kejadian dalam proyek, antara lain:
 - a) 1-2-3-4-6-7 $\Rightarrow 3+2+0+3+1 = 9$ bulan
 - b) 1-2-3-4-5-6-7 $\Rightarrow 3+2+0+1+1+1 = 8$ bulan
 - c) 1-2-4-6-7 $\Rightarrow 3+1+3+1 = 8$ bulan
 - d) 1-2-4-5-6-7 $\Rightarrow 3+1+1+1+1 = 7$ bulan
- Waktu proyek merupakan waktu yang terpanjang dari garis edar (jalur), yang disebut **garis edar (jalur) kritis** atau *Critical Path*.
- **Waktu proyek = 9 bulan**, dengan garis edar/jalur kritis yaitu garis edar/jalur a) pada kejadian 1-2-3-4-6-7.

CONTOH LANGKAH 6

- Digunakan dua pendekatan matematis, yang disebut *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu untuk tiap kejadian.
- Dari perhitungan *forward pass* akan diperoleh:
 - Waktu Mulai Terdahulu (*Earliest Start* - ES)
 - Waktu Selesai Terdahulu (*Earliest Finish* - EF)
- Dari perhitungan *backward pass* akan diperoleh:
 - Waktu Mulai Terakhir (*Latest Start* - LS)
 - Waktu Selesai Terakhir (*Latest Finish* - LF)

PERSAMAAN MATEMATIKA

Forwad Pass

$$ES_{ij} = \text{Maksimal} (EF_i)$$

$$EF_{ij} = ES_{ij} + t_{ij}$$

Backward Pass

$$LF_{ij} = \text{Minimal} (LS_j)$$

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

Keterangan:

i = nomor kejadian awal.

j = nomor kejadian tujuan.

t = jangka waktu (durasi) kegiatan.

PERHITUNGAN *FORWARD PASS*

Untuk kejadian 1 ke 2

- ES kejadian 1 pada jaringan (ES_1), dimana tidak ada kejadian pendahulunya maka nilainya selalu nol, atau:

$$ES_{12} = 0, \text{ maka:}$$

- $EF_{12} = ES_{12} + t_{12}$

$$EF_{12} = 0 + 3 = 3 \text{ bulan}$$

Untuk kejadian 2 ke 3

- $ES_{23} = \text{Maksimal } EF_2$

$$ES_{23} = 3 \text{ bulan, maka:}$$

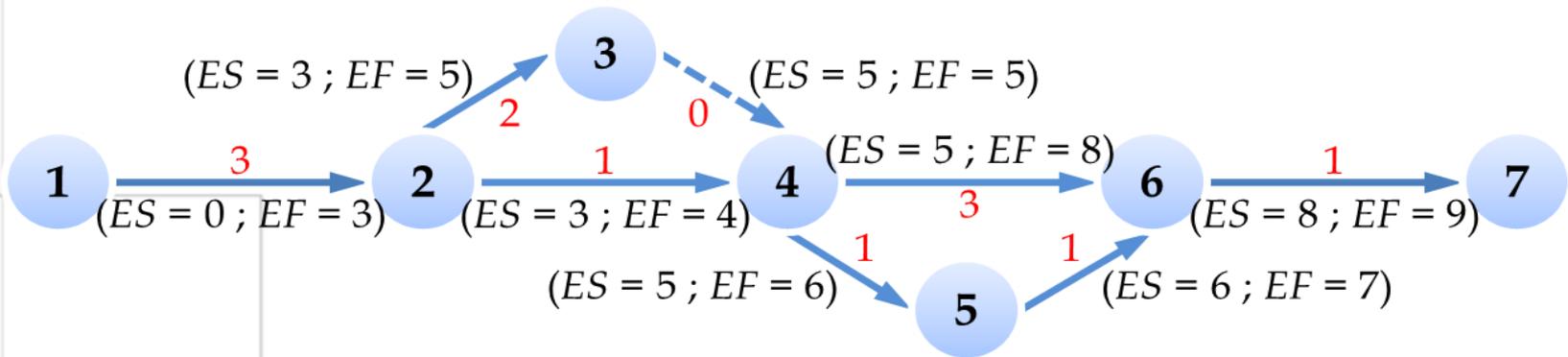
- $EF_{23} = ES_{23} + t_{23}$

$$ES_{23} = 3 + 2 = 5 \text{ bulan}$$

Untuk kejadian setelahnya dapat dilihat pada tabel (slide selanjutnya)

HASIL LENGKAP FORWARD PASS

❖ Diagram



❖ Tabel

Kejadian	ES	EF
1 → 2	0	3
2 → 3	3	5
2 → 4	3	4
3 → 4	5	5

Kejadian	ES	EF
4 → 5	5	6
4 → 6	5	8
5 → 6	6	7
6 → 7	8	9

PERHITUNGAN *BACKWARD PASS*

Untuk kejadian 6 ke 7

- Dari hasil perhitungan *forward pass* diketahui $EF_{67} = 9$ bulan, maka akan menjadi LF_{67} , atau:

$LF_{67} = 9$ bulan, maka:

- $LS_{67} = LF_{67} - t_{67}$
- $LS_{67} = 9 - 1 = 8$ bulan

Untuk kejadian 5 ke 6

- $LF_{56} = \text{Minimal } LS_6$

$LF_{56} = 8$ bulan, maka:

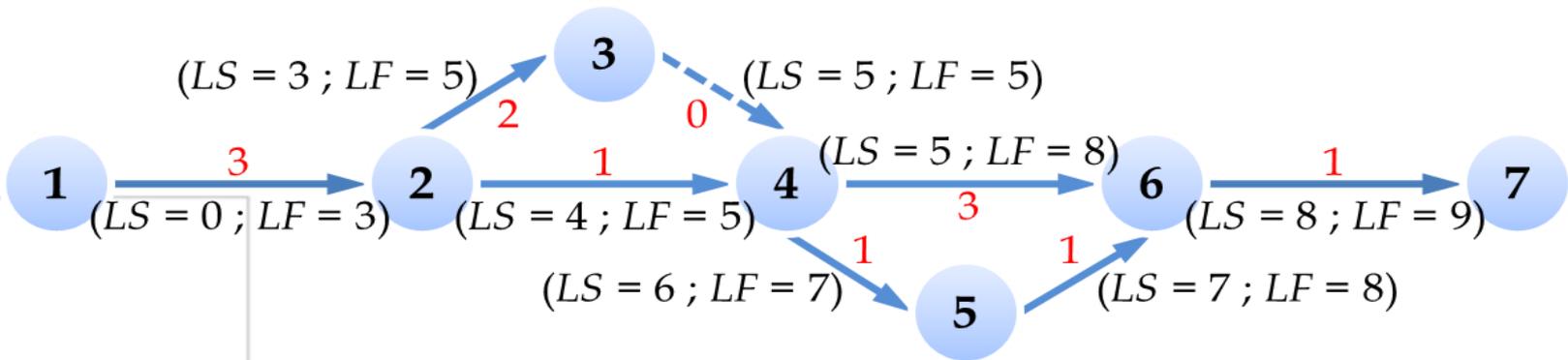
- $LS_{56} = LF_{56} - t_{56}$

$LS_{56} = 8 - 1 = 7$ bulan

Untuk kejadian setelahnya dapat dilihat pada tabel (slide selanjutnya)

HASIL LENGKAP BACKWARD PASS

❖ Diagram



❖ Tabel

Kejadian	LS	LF
1 → 2	0	3
2 → 3	3	5
2 → 4	4	5
3 → 4	5	5

Kejadian	LS	LF
4 → 5	6	7
4 → 6	5	8
5 → 6	7	8
6 → 7	8	9

KESENJANGAN KEJADIAN (*SLACK*)

- Secara umum, kesenjangan kejadian (*slack*) atau waktu penundaan untuk kejadian $i \rightarrow j$ dihitung berdasarkan hubungan matematis berikut:

$$S_{ij} = LS_{ij} - ES_{ij}$$

Atau

$$S_{ij} = LF_{ij} - EF_{ij}$$

Keterangan:

- $S = slack$
- i dan $j =$ sama seperti keterangan pada sebelumnya.

PERHITUNGAN SLACK

Untuk kejadian 1 ke 2

- $S_{12} = LS_{12} - ES_{12}$
 $S_{12} = 0 - 0 = 0$ bulan

Untuk kejadian 2 ke 4

- $S_{24} = LS_{24} - ES_{24}$
 $S_{24} = 4 - 3 = 1$ bulan

Untuk kejadian setelahnya dapat dilihat pada tabel (slide selanjutnya)

TABEL PERHITUNGAN SLACK

Kejadian	LS	ES	LF	EF	Slack (S)
* 1 → 2	0	0	3	3	0
* 2 → 3	3	3	5	5	0
2 → 4	4	3	5	4	1
* 3 → 4	5	5	5	5	0
4 → 5	6	5	7	6	1
* 4 → 6	5	5	8	8	0
5 → 6	7	6	8	7	1
* 6 → 7	8	8	9	9	0
* Kejadian pada jalur kritis (<i>critical path</i>)					

PERT

- *Project Evaluation and Review Technigue (PERT)* merupakan teknik analisa jaringan (*networking*) dengan menggunakan waktu aktivitas yang bersifat probabilitas.
- PERT bertujuan untuk memperkirakan waktu aktivitas untuk jaringan proyek/aktivitas, sehingga akan diperoleh:
 - Tiga perkiraan waktu untuk masing-masing kejadian, sehingga diperoleh waktu rata-rata dan varians,
 - Waktu perkiraan proyek/aktivitas, beserta rata-rata dan varians,
 - Probabilitas penyelesaian proyek/aktivitas sesuai dengan watu proyek/aktivitas.

PERKIRAAN WAKTU PERT

- 1) **Waktu paling sering terjadi (m)**, adalah waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.
- 2) **Waktu optimis (a)**, adalah waktu terpendek kejadian yang mungkin dimana suatu aktivitas dapat diselesaikan.
- 3) **Waktu pesimis (b)**, adalah waktu terpanjang kejadian yang mungkin dibutuhkan oleh suatu aktivitas untuk dapat selesai dengan asumsi bahwa segalanya tidak berjalan dengan baik.

LANGKAH PERT ... (1/2)

- 1) Tentukan perkiraan **waktu aktivitas** (t) dan **varians** (v) untuk masing-masing kejadian, dengan cara:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} \quad ; \quad v = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

- 2) Tentukan waktu tercepat dan terlama pada setiap kejadian dengan cara CPM.
- 3) Identifikasi garis edar (jalur) kritis (*critical path*) dan tentukan **waktu penyelesaian proyek/aktivitas** (t_p) yang merupakan waktu terlama dari proyek.
- 4) Tentukan **varians untuk lamanya waktu proyek** dengan cara menjumlahkan varians dari kejadian-kejadian yang berada pada garis edar (jalur) kritis (*critical path*) yang diberi simbol v_p .
- 5) Dengan asumsi distribusi normal, tentukan **rata-rata distribusi** (μ) yang merupakan nilai dari t_p dan **varians** (σ^2) dari **distribusi** yang merupakan nilai dari v_p .

LANGKAH PERT ... (2/2)

- 6) Tentukan probabilitas penyelesaian proyek/aktivitas, dengan asumsi distribusi normal, dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Dimana x adalah waktu selesai proyek/aktivitas yang diharapkan/ditentukan.

Catatan:

- Nilai perhitungan Z selanjutnya akan dicari dari nilai Z_{tabel} pada tabel distribusi normal.
- Nilai minus (-) pada Z diabaikan.

Sehingga probabilitas proyek/aktivitas adalah:

$$\text{Jika } x \geq \mu \rightarrow P(x \leq \text{waktu } x) = Z_{tabel} + 0,500$$

$$\text{Jika } x < \mu \rightarrow P(x \leq \text{waktu } x) = 0,500 - Z_{tabel}$$

CONTOH PERT

Dengan menggunakan waktu perkiraan yang terdapat pada tabel berikut, tentukan probabilitas penyelesaian proyek jika waktu penyelesaian yang diharapkan adalah **30 minggu**.

Kejadian	Waktu (Minggu)		
	a	m	b
1 → 2	6	8	10
1 → 3	3	6	9
1 → 4	1	3	5
2 → 5	0	0	0
2 → 6	2	4	12
3 → 5	2	3	4
4 → 5	3	4	5

Kejadian	Waktu (Minggu)		
	a	m	b
4 → 8	2	2	2
5 → 7	3	7	11
5 → 8	2	4	6
8 → 7	0	0	0
6 → 9	1	4	7
7 → 9	1	10	13

HASIL PERHITUNGAN t & v

t kejadian 1 \rightarrow 2

$$t_{12} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$t_{12} = \frac{6 + 4(8) + 10}{6}$$

$$t_{12} = \frac{48}{6} = 8$$

v kejadian 1 \rightarrow 2

$$v_{12} = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

$$v_{12} = \left(\frac{10 - 6}{6} \right)^2$$

$$v_{12} = \left(\frac{4}{6} \right)^2 = \frac{4}{9}$$

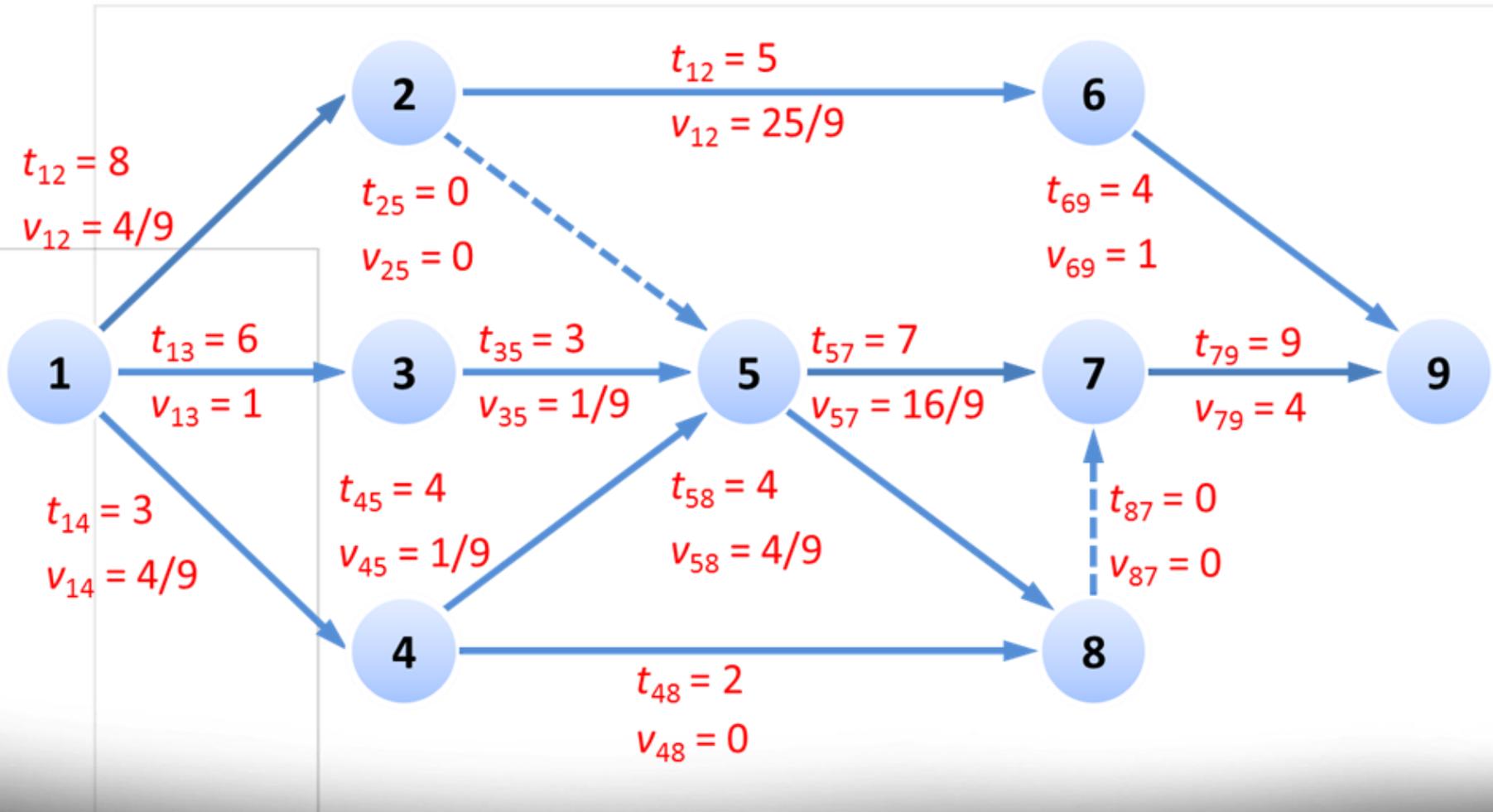
Untuk hasil perhitungan t dan v pada kejadian yang lain dapat dilihat pada slide selanjutnya.

TABEL PERHITUNGAN t & v

Kejadian	Waktu (Minggu)			t	v
	a	m	b		
1 → 2	6	8	10	8	4/9
1 → 3	3	6	9	6	1
1 → 4	1	3	5	3	4/9
2 → 5	0	0	0	0	0
2 → 6	2	4	12	5	25/9
3 → 5	2	3	4	3	1/9
4 → 5	3	4	5	4	1/9

Kejadian	Waktu (Minggu)			t	v
	a	m	b		
4 → 8	2	2	2	2	0
5 → 7	3	7	11	7	16/9
5 → 8	2	4	6	4	4/9
8 → 7	0	0	0	0	0
6 → 9	1	4	7	4	1
7 → 9	1	10	13	9	4

DIAGRAM JARINGAN CONTOH PERT



TABEL PERHITUNGAN CPM

Kejadian	t	V	ES	EF	LS	LF	S
1 → 2	8	4/9	0	8	1	9	1
1 → 3	6	1	0	6	0	6	0
1 → 4	3	4/9	0	3	2	5	2
2 → 5	0	0	8	8	9	9	1
2 → 6	5	25/9	8	13	16	21	8
3 → 5	3	1/9	6	9	6	9	0
4 → 5	4	1/9	3	7	5	9	2
4 → 8	2	0	3	5	14	16	11
5 → 7	7	16/9	9	16	9	16	0
5 → 8	4	4/9	9	13	12	16	3
8 → 7	0	0	13	13	16	16	3
6 → 9	4	1	13	17	21	25	8
7 → 9	9	4	16	25	16	25	0

PENENTUAN CP DAN t_p

- Garis Edar (jalur) kritis (CP) dapat ditentukan dengan melihat Tabel Perhitungan CPM (kejadian dengan warna merah), yaitu kejadian yang tidak memiliki kesenjangan waktu/*slack* ($S = 0$).
- CP = Kejadian 1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 9.
- Untuk perkiraan waktu penyelesaian proyek (t_p) adalah 25 minggu, yang diperoleh dengan melihat waktu terpanjang (Maksimal EF atau LF) atau dengan menjumlahkan waktu dari kejadian yang berada pada jalur kritis (CP).

PENENTUAN v_p

- Varians Lamanya Waktu Proyek (v_p) dihitung dengan menjumlahkan varians (v) dari kejadian yang berada pada garis edar kritis.

$$\text{Varians 1 - 3 } (v_{13}) = 1$$

$$\text{Varians 3 - 5 } (v_{35}) = 1/9$$

$$\text{Varians 5 - 7 } (v_{57}) = 16/9$$

$$\text{Varians 7 - 9 } (v_{79}) = 4$$

$$\text{Varian Waktu Proyek } (v_p) = 62/9$$

+

PENENTUAN μ DAN σ^2

- Dengan asumsi distribusi normal.
- Rata-rata distribusi (μ) merupakan nilai dari waktu penyelesaian proyek (t_p).
- Varians dari distribusi (σ^2) merupakan nilai dari varians lamanya waktu proyek v_p .
- Maka:
 - $t_p = \mu = 25$ minggu
 - $v_p = \sigma^2 = 62/9$ minggu

PROBABILITAS

PENYELESAIAN PROYEK ... (1/2)

- Dengan waktu penyelesaian yang diharapkan (x) adalah 30 minggu, maka:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{62}{9}} = 2,63$$

$$Z = \frac{30 - 25}{2,63} = 1,90$$

PROBABILITAS

PENYELESAIAN PROYEK ...(1/2)

- Dengan $Z = 1,90$; maka Z_{tabel} dapat ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi normal.
- Diperoleh $Z_{tabel} = 0,4713$.
- Jadi probabilitas penyelesaian proyek dalam 30 minggu adalah:

$$\text{Karena } x \geq \mu \rightarrow P(x \leq \text{waktu } x) = Z_{tabel} + 0,500$$

$$P(x \leq 30 \text{ minggu}) = Z_{tabel} + 0,500$$

$$P(x \leq 30 \text{ minggu}) = 0,4713 + 0,500$$

$$P(x \leq 30 \text{ minggu}) = 0,9713 = 97,13\%$$

TABEL DISTRIBUSI NORMAL ... (1/3)

0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2267	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4266	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319

TABEL DISTRIBUSI NORMAL ... (2/3)

1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4685	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4908	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986

TABEL DISTRIBUSI NORMAL ... (3/3)

3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

T H A N K
Y O U

Have a
Good Day!