

#10

MANAJEMEN PROYEK (PERT)

Project Evaluation and Review Technique (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:

- 1) Tiga perkiraan waktu untuk masing-masing kejadian, sehingga diperoleh waktu rata-rata dan varians,
- 2) Waktu perkiraan proyek/aktivitas, beserta rata-rata dan varians,
- 3) Probabilitas penyelesaian proyek/aktivitas sesuai dengan waktu proyek/aktivitas.

Perkiraan Waktu

Jika dalam CPM, waktu diperkirakan dengan pasti (*deterministic*), maka dalam PERT dikenal 3 (tiga) perkiraan waktu, yaitu:

- 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

Untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan teknik PERT, terdapat langkah-langkah sebagai berikut:

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

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

Dimana: a = waktu optimis (terpendek) ; m = waktu paling sering terjadi ; dan b = waktu terpanjang

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

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:

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

Contoh Soal

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

Tabel 1. Soal PERT

Kejadian	Waktu (Minggu)			Kejadian	Waktu (Minggu)			Kejadian	Waktu (Minggu)		
	a	m	b		a	m	b		a	m	b
1 → 2	6	8	10	3 → 5	2	3	4	5 → 8	2	4	6
1 → 3	3	6	9	4 → 5	3	4	5	8 → 7	0	0	0
1 → 4	1	3	5	4 → 8	2	2	2	6 → 9	1	4	7
2 → 5	0	0	0	5 → 7	3	7	11	7 → 9	1	10	13
2 → 6	2	4	12								

Jawaban:

Penentuan Nilai t dan v

t kejadian 1 → 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 → 2

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

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

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

Untuk hasil perhitungan t dan v pada kejadian yang lain dapat dilihat dalam tabel berikut ini

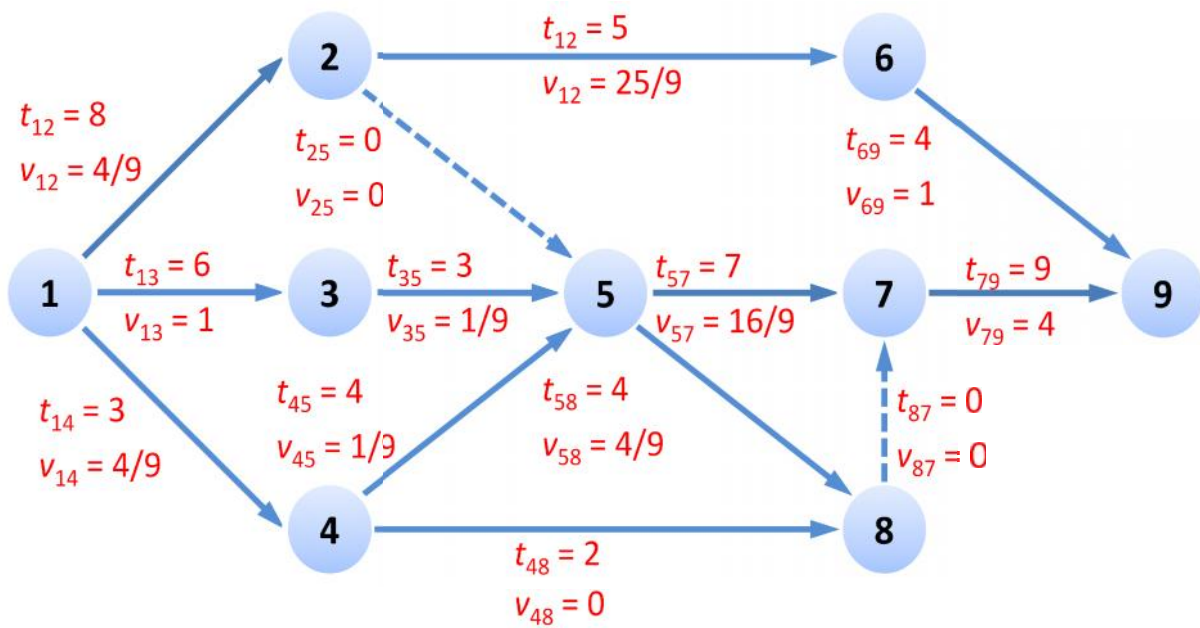
Tabel 2. Hasil Perhitungan t dan v

Kejadian	Estimasi 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	Estimasi 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

Gambar Diagram Jaringan

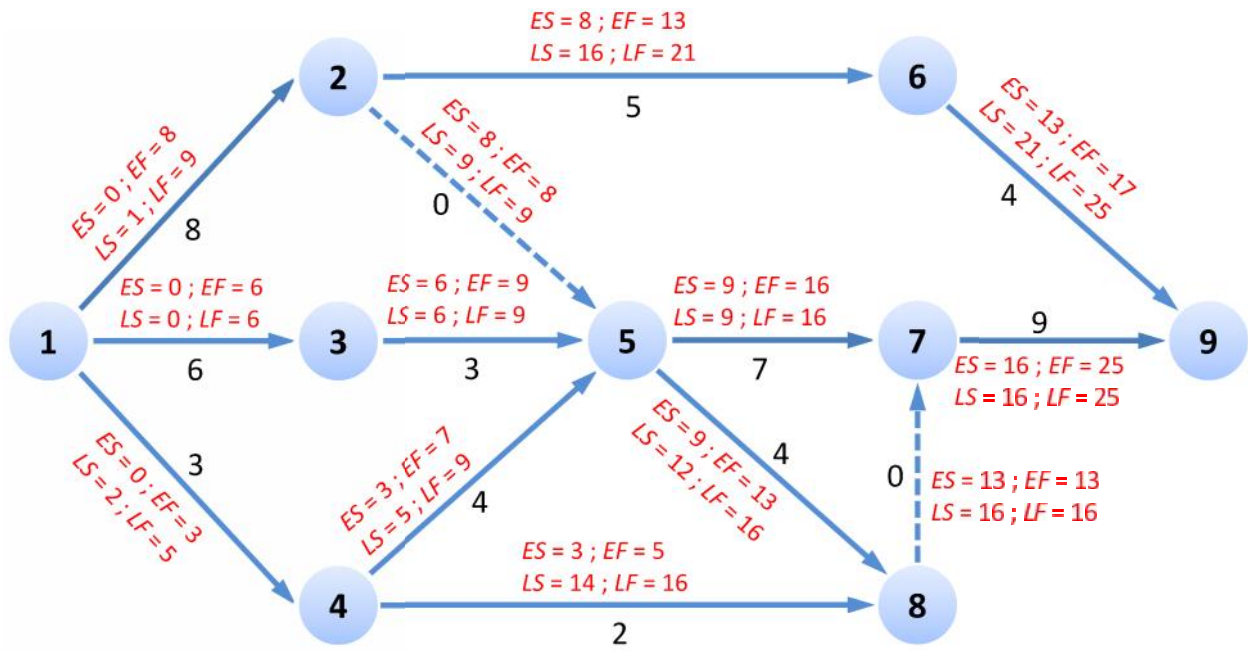
Dengan memasukkan nilai t dan v dari hasil perhitungan, gambar diagram jaringan adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Jaringan Dengan Nilai t dan v Hasil Hitung

Penentuan Waktu Tercepat dan Terlama Dengan CPM

Hasil perhitungan Waktu tercepat dan terlama disajikan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2. Hasil Perhitungan Waktu Tercepat dan Terlambat Dengan CPM

Setelah dihitung dengan CPM, diperoleh ES, EF, LS, LF, dan S yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3. Hasil 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 Garis Edar Kritis dan Waktu Penyelesaian Proyek (t_p)

Garis Edar (jalur) kritis dapat ditentukan dengan melihat Tabel 3 (kejadian dengan warna merah), yaitu kejadian yang tidak memiliki kesenjangan waktu (*slack*) ($S = 0$), yaitu: 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) dari diagram jaringan pada Gambar 2.

Penentuan Varians Lamanya Waktu Proyek (v_p)

Dihitung dengan menjumlahkan varians (v) dari kejadian yang berada pada garis edar kritis, seperti yang tertera berikut ini.

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

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

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

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

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

Penentuan Rata-rata (μ) dan Varians (σ^2) Dari Distribusi

Dengan asumsi distribusi normal, rata-rata distribusi (μ) merupakan nilai dari waktu penyelesaian proyek (t_p), dan varians dari distribusi (σ^2) merupakan nilai dari v_p sehingga:

$$t_p = \mu = 25 \text{ minggu}$$

$$v_p = \sigma^2 = 62/9 \text{ minggu}$$

Penentuan Probabilitas Penyelesaian Proyek

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

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{30 - 25}{\sqrt{62/9}} = \frac{5}{\sqrt{62/9}} = \frac{5}{2,63} = 1,90$$

Dengan: $\sigma = \frac{\text{alat}}{\sqrt{\sigma^2}} = \frac{\text{minggu}}{\sqrt{62/9}} = \text{alat: } 2,63$

Dengan $Z = 1,90$; maka Z_{tabel} dapat ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi normal (lihat Lampiran 1), dan diperoleh $Z_{\text{tabel}} = 0,4713$.

Jadi probabilitas penyelesaian proyek dalam 30 minggu adalah:

$$\begin{aligned} P(x \leq 30 \text{ minggu}) &= Z_{\text{tabel}} + 0,5000 \\ &= 0,4713 + 0,5000 \\ &= 0,9713 \end{aligned}$$

Daftar Pustaka

Jay Heizer and Barry Render, *Operation Management*, 10th Ed., Pearson Prentice Hall, 2011

Roger G. Schroeder and Susan Meyer Goldstein, *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*, McGraw Hill, 2011

Taylor III, Bernard W. *"Intorduction to Management Sicience (Sains Manajemen)"*. Edisi Delapan. Salemba Empat. 2008

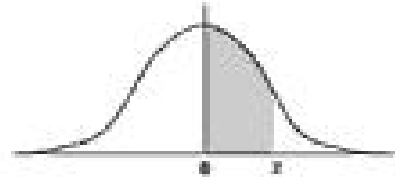
Sobarsa Kosasih, *Manajemen Operasi*, Mitra Wacana Media, 2009

Pangestu Subagyo, *Manajemen Operasi*, BPFE Yogyakarta, 2000

Lena Ellitan dan Lina Anatan, *Manajemen Operasi: Konsep dan Aplikasi*, Refika Aditama, 2008

Lampiran 1. Tabel Distribusi Normal

Kumulatif sebaran frekuensi normal
(Area di bawah kurva normal baku dari 0 sampai z)



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
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
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	0.4686	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	0.4909	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
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