

9

MANAJEMEN PROYEK

MANAJEMEN PROYEK

Manajemen sebuah proyek harus di pandang sebagai sebuah pekerjaan sekali waktu. Sedangkan kata “*proyek*” bermakna sebuah pekerjaan besar yang sangat besar kemungkinannya tidak terulang pada waktu jangka tertentu di masa depan. Suatu kesalahan akan sangat mahal, sehingga sangat diinginkan untuk melaksanakan tahap demi tahap pekerjaan itu tanpa kesalahan. Ini sangat kontras dengan manajemen produksi di mana anda punya banyak kesempatan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan seperti rancangan, segi-segi operasi produksi, pada waktu produksi berikutnya. Artinya manajemen produksi bersifat repetitif (berulang), sedangkan manajemen proyek adalah sekali saja, khusus untuk suatu proyek.

Contoh-contoh manajemen proyek diantaranya membangun sebuah stadion sepak bola, mengelola penelitian berskala besar, melaksanakan pembedahan transplantasi organ tubuh, memasang lintas produksi, atau berjuang mendapatkan ijazah strata satu di perguruan tinggi. Semua proyek di atas punya beberapa kemiripan. Masing-masing terdiri atas banyak tugas atau kegiatan, yang jumlah aktifitas/kegiatan ini tergantung seberapa rinci kita ingin mengurai proyek tersebut. Aktifitas-aktifitas sebuah proyek memiliki hubungan berantai dan berurut satu sama lain. Artinya aktifitas tertentu tidak bisa dimulai sampai yang lainnya selesai. Setiap aktifitas punya lama waktu. Kadang-kadang anda dapat begitu yakin tentang lama suatu aktifitas berlangsung. Pada saat lain, ada beberapa aktifitas yang waktunya sangat sulit ditaksir. Akhirnya aktifitas-aktifitas di dalam suatu proyek harus dijadwal sedemikian rupa sehingga selesai dengan selamat/sukses.

CONTOH KASUS :

Sebagai direktur eksekutif PT. TI anda telah berhasil dengan memuaskan. Dengan teknik-teknik yang anda pelajari dan kuasai dari disiplin Teknik Industri, anda telah membuat rencana yang matang, telah mengantisipasi masalah-masalah, memecahkan berbagai masalah, berhasil meningkatkan motivasi para karyawan, dan sekarang sedang dihadapkan pada kelebihan keuntungan. Dalam rangka mengambil peluang keringanan pajak investasi, anda memutuskan membangun pabrik karoseri mobil merek baru. Pabrik ini akan lebih baik dan lebih besar daripada yang sudah ada, dan semua pengaturan dari awal sampai akhir lebih rumit daripada kapasitas pikiran anda.

Anda telah memutuskan untuk mengawasi dan mengkoordinasikan proyek ini. Anda memisahkan ke dalam dua tahap. Tahap pertama adalah mengumpulkan data dan informasi tentang faktor-faktor pemasaran dan produksi seperti ramalan penjualan, tingkat produksi, kebutuhan gudang dan seterusnya. Tercakup dalam tahap ini adalah analisa lokasi pabrik dan perencanaan tata letak pabrik. Proyek tahap I ini mirip dengan pengalaman anda sebelumnya. Sehingga anda cukup yakin dengan taksiran waktu setiap aktifitas di dalamnya. Adapun tahap II adalah tahap konstruksi pabrik yang anda belum punya pengalaman. Sehingga terkandung ketidakpastian pada taksiran waktu setiap aktifitas di dalamnya.

Dalam kedua tahap proyek ini, anda ingin menyeimbangkan antara ongkos langsung dengan ongkos tidak langsung sedemikian rupa sehingga waktunya minimal dan ongkos totalnya juga minimal. Anda juga perlu menyimpan data ongkos setiap aktifitas untuk tujuan-tujuan pengendalian dan perpajakan. Akhirnya, anda ingin memakai tenaga kerja anda secara seimbang selama pelaksanaan kedua tahap proyek itu.

Anda menyadari bahwa model aktifitas CPM dan PERT dapat dipakai untuk menjawab semua kebutuhan manajemen proyek anda. Sehingga sebelum betul-betul terjun menangani proyek, anda meluangkan waktu untuk mengkaji ulang teknik CPM dan PERT ini.

Banyak metode telah dikembangkan untuk manajemen proyek, diantaranya adalah Gantt Chart. Hanya saja Gantt Chart tidak cocok untuk proyek besar yang aktifitasnya banyak. Maka untuk mengatasinya orang mengembangkan Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) yang paling populer diantara berbagai teknik lainnya.

CPM dan PERT memiliki beberapa kemiripan. Mereka memperlihatkan lama suatu aktifitas dan saat-saat mulai paling dini, sebagaimana halnya Gantt Chart. Sebagai tambahan, mereka dengan jelas memperlihatkan kesaling berurutan antara aktifitas yang memungkinkan pengguna untuk menentukan aktifitas-aktifitas yang paling kritis terhadap waktu penyelesaian. Modifikasi aktifitas dan penyesuaian-penyesuaian jadwal relatif mudah dilakukan, apalagi dengan tersedianya komputer.

Tentu saja, CPM dan PERT lebih makan waktu dari pada Gantt Chart, sehingga lebih mahal. Tetapi, dengan skala proyek yang lebih besar, CPM dan PERT akan lebih murah dan cocok, daripada Gantt Chart. Pilihan terhadap masalah ini tergantung pada faktor urutan dan kerumitan suatu proyek serta software komputer yang tersedia.

9.1 JARINGAN PERENCANAAN PROYEK

Untuk analisis proyek menggunakan CPM dan PERT, harus diasumsikan 3 sifat proyek berikut :

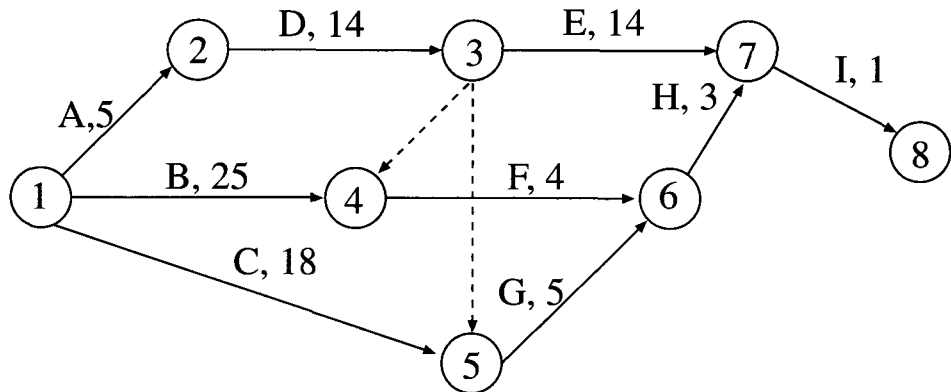
1. Proyek terdiri atas aktifitas-aktifitas yang terdefinisi dengan jelas.
2. Setiap aktifitas bisa dimulai dan diakhiri tanpa tercampur dengan aktifitas lain.
3. Setiap aktifitas terkait dengan urutan pelaksanaan satu sama lain.

Agar mudah memahaminya, perhatikan contoh kasus berikut ini. Misalkan anda mendapat tugas mengkoordinasikan pemasangan alat pengukur curah hujan dan sekaligus berfungsi sebagai sensor angin. Peralatan telemeter akan diletakkan di dalam suatu bangunan kecil untuk merekam secara kontinyu semua pembacaan. Tidak semua aktifitas yang diperlukan untuk memasang stasion ini dapat dikerjakan sekaligus. Tidak juga setiap aktifitas harus dikerjakan satu per satu. Dalam rangka menentukan aktifitas mana yang bisa dikerjakan bersamaan, dan mana yang tidak, anda perlu menyusun tabel urutan sebagai berikut :

Tabel 9.1
Data Pemasangan Alat Ukur Curah Hujan/Sensor Angin

Aktifitas	Uraian	Aktifitas yang Mendahului	Lama (hari)
A	Menata letak stasion sensor	–	5
B	Dapatkan alat ukur hujan/sensor	–	25
C	Dapatkan alat telemetri	–	18
D	Bangun 50 % bangunan	A	14
E	Bangun 50 % sisa bangunan	D	14
F	Pasang sensor angin	B, D	4
G	Pasang telemetri	C, D	5
H	Hubungkan telemetri-sensor angin	F,G	3
I	Test akhir	E, H	1

Dari data di atas anda dapat menggambarkan jaringan aktifitas seperti pada gambar 9.1.



Gambar 9.1

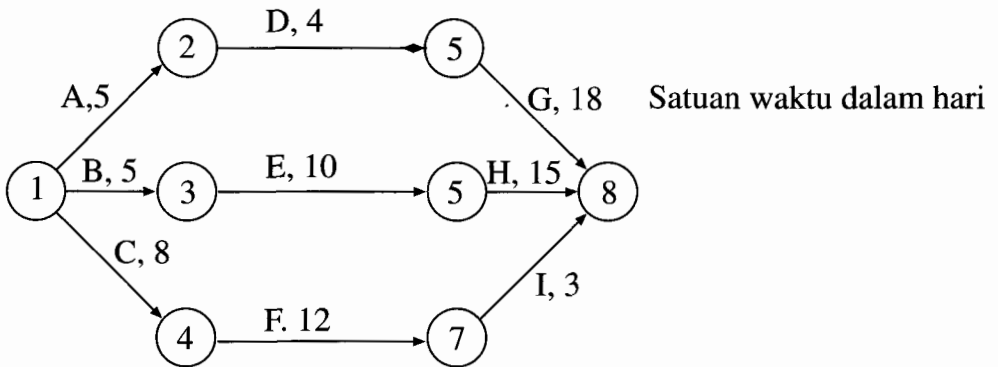
Jaringan Aktifitas Pemasangan Sensor Angin/Alat Ukur Curah hujan

Interprestasi gambar di atas adalah sebagai berikut :

- : Lingkaran ini disebut juga node. Ia menunjukkan titik berawalnya suatu aktifitas atau titik akhirnya. Nomor di dalamnya hanya untuk identifikasi.
- ➔ : Garis panah menunjukkan aktifitas. Di dekatnya ditulis simbol aktifitas beserta lama waktunya. Panjang garis panah tidak bermakna apa-apa. Arah panah ke suatu node menunjukkan urutan antar aktifitas.
- ⋯➔ : Garis panah putus-putus adalah aktifitas semu (dummy). Secara alogika urutan aktifitas ia mesti ada, tapi dalam kenyataannya tidak ada. Sehingga lama waktunya pun nol.

9.2 CRITICAL PATH METHOD (CPM)

Mengiringi penjelasan tentan CPM ini, marilah kita perhatikan contoh berikut. PT. TI akan mendirikan sebuah pabrik di lokasi yang telah ditentukan. Pada tahap konstruksi pabrik itu, diperoleh rangkaian aktifitas yang tergambar sebagai berikut :



Gambar 9.2
Jaringan aktifitas Konstruksi pabrik PT. TI

Selanjutnya ada simbol-simbol yang berlaku untuk analisa CPM lebih rinci, yakni :

t = taksiran rata-rata lama waktu suatu aktifitas.

ES = Saat paling dini suatu aktifitas mulai

EF = Saat paling dini aktifitas berakhir

LS = Saat paling lambat suatu aktifitas mulai

LF = Saat paling lambat suatu aktifitas berakhir

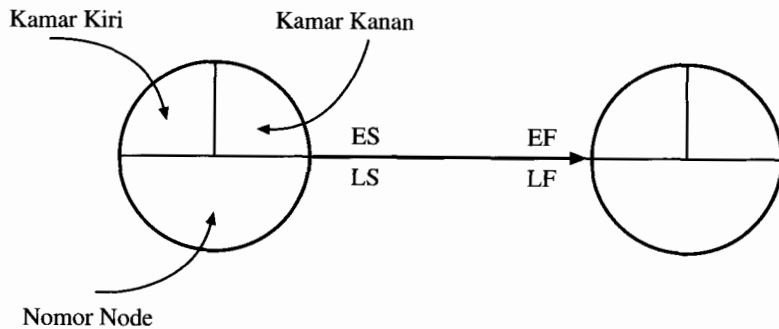
S = Slack, yaitu selisih antara saat paling dini dengan saat paling lambat pada permulaan atau akhir suatu aktifitas.

Jika t adalah tetap, dan jika aktifitas A mulai paling awal pada hari ke- n maka paling dini akan berakhir pada hari ke- $n+t$.

Jika A boleh mundur paling lambat 2 hari, sehingga ia paling lambat mulai pada hari ke- $n-2$, maka ia akan berakhir paling lambat pada hari ke- $n-2+t$. Dalam hal ini, slack = 2 hari.

Jadi pada setiap garis panah yang meninggalkan suatu node, selalu ada ES dan LS-nya. Sedangkan pada ujung panah yang menuju suatu node, selalu ada EF dan LF.

Setiap node kemudian dibagi ke dalam 3 kamar, seperti gambar berikut:

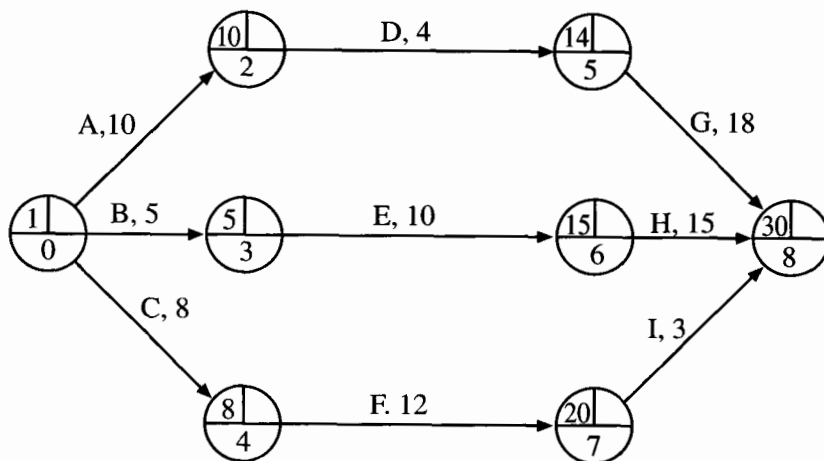


Gambar 9.3
Kamar-kamar pada Node

Kamar kiri adalah untuk menuliskan saat paling dini suatu aktifitas mulai atau berakhir. Sedangkan kamar kanan adalah tempat penulisan saat paling lambat suatu aktifitas mulai (node yang ditinggalkan garis panah) atau berakhir (node yang dituju garis panah)

Ada dua arah perhitungan yang berlaku untuk CPM, yakni perhitungan maju, dari kiri ke kanan. Ini untuk menghitung saat paling dini seluruh proyek dikerjakan dan diselesaikan. Sedangkan perhitungan mundur dari kanan ke kiri, adalah menghitung saat paling lambatnya.

Jika saat paling dini suatu aktifitas ditetapkan pada hari ke-nol, maka gambar 9.2 akan berubah menjadi gambar 9.4 berikut ini.



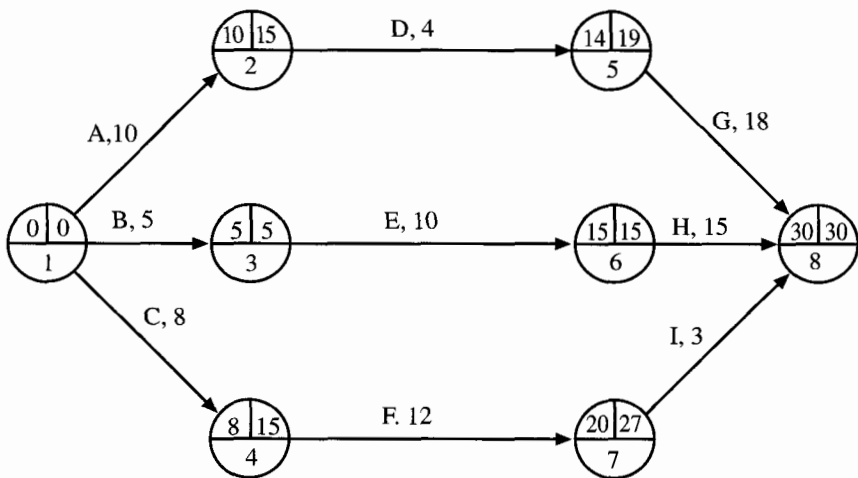
Gambar 9.4
Perhitungan Maju

Aktifitas A paling dini mulai pada hari ke-nol. Demikian pula aktifitas B dan C. Di node 2 aktifitas A berakhir pada hari ke-10 paling dini, sekaligus mengawali aktifitas D paling dini pada hari ke-10. Karena aktifitas D berlangsung selama 4 hari, maka berakhir paling dini pada hari ke-14 di node-5.

Demikian penjelasan yang sama berlaku untuk semua aktifitas lainnya.

Node-8 membutuhkan perhatian khusus. Disini terjadi 3 aktifitas sekaligus berakhir. Tentunya aktifitas G, H dan I berakhir paling dini pada saat yang berbeda. Aktifitas G berakhir pada hari ke-25. H pada hari ke-30 dan I pada hari ke-23. Secara logika dapat disimpulkan bahwa angka terbesar harus dipilih dari dua lainnya. Maka diperoleh hari ke-30.

Selanjutnya, pada perhitungan mundur, kita mulai dari node 8. Saat berakhir paling dini pada hari ke-30 disamakan dengan saat berakhir paling lambat untuk aktifitas G, H dan I. Maka gambar 9.4 berubah menjadi gambar 9.5 berikut ini.



Gambar 9.5
Perhitungan maju dilengkapi dengan perhitungan mundur

Jika aktifitas G berakhir paling lambat pada hari ke- 30, sedangkan lama waktu pelaksanaannya adalah 11 hari, maka di node-5, ia boleh mulai paling lambat pada hari ke-19 (dari 30 - 11). Demikian pula pada aktifitas I, bisa mundur, mulainya paling lambat pada hari ke-27 (node-7), yakni $30-3 = 27$.

Perhatian khusus perlu diberikan untuk node 2,3,4 ke node-1. Aktifitas A bisa mulai paling lambat pada hari ke-5 di node-1. Sedangkan aktifitas C bisa dimulai paling lambat pada hari ke-7 di node-1. Tetapi aktifitas B harus dimulai pada hari ke-nol di node-1, jadi tidak bisa mundur. Maka kamar kanan di node-1 diisi hari ke-nol, dipilih yang terkecil dari dua lainnya.

Node 1-3-6-8 menunjukkan angka kamar kiri dan kanan sama. Berarti $slack = 0$. Dan disinilah terjadi lintasan kritis, yakni lintasan dengan $slack = 0$.

Lintasan kritis (critical path) mengandung makna bahwa aktifitas-aktifitas yang ada pada lintasan itu tidak boleh terlambat dikerjakan dan butuh perhatian khusus dari manajemen.

9.3 PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)

PERT dikembangkan secara terpisah dari CPM pada masa yang bersamaan. Ia menggunakan jaringan aktifitas, mempunyai lintasan kritis, dan juga ada total slack. Lalu apa bedanya dengan CPM ? Perbedaan dasar adalah dalam cara lama waktu aktifitas ditaksir. Sementara CPM memerlukan taksiran tunggal untuk lama waktu aktifitas, sedangkan PERT memerlukan tiga taksiran untuk satu lama aktifitas, yaitu waktu yang paling mungkin, waktu minimum dan maksimum.

PERT sering digunakan pada proyek-proyek yang sangat tidak pasti waktu setiap aktifitasnya. Usaha-usaha riset dan pengembangan serta proyek-proyek yang melibatkan perubahan teknologi yang cepat akan sangat cocok membutuhkan pendekatan PERT.

PERT menuntut penggunanya untuk mengasumsikan ketidakpastian lama waktu aktifitas dapat digambarkan oleh distribusi probabilitas tertentu. Taksiran waktu yang paling mungkin akan merupakan modus atau nilai tertinggi distribusi tersebut. Dengan kata lain, taksiran ini merupakan jumlah hari yang paling sering terjadi jika aktifitas tersebut dilaksanakan berulang-ulang dalam situasi mirip. Taksiran lainnya kadang disebut juga taksiran optimis dan pesimis. Waktu aktifitas optimis merupakan waktu tersingkat untuk aktifitas itu, jika segala sesuatu berjalan baik. Waktu pesimis adalah waktu terlama karena adanya pengaruh faktor-faktor yang berdampak menghambat aktifitas tersebut. Untuk aktifitas-aktifitas yang tidak pasti, taksiran waktu pesimis dan optimis tentu akan sangat berbeda jauh. Sedangkan semakin pasti taksiran waktu, semakin dekat ketiga jenis waktu tersebut, bahkan berimpit (sama).

Selanjutnya untuk PERT berlaku persamaan berikut :

$$t_e = \frac{t_o + 4 t_m + t_p}{6} \dots\dots\dots(9.1)$$

t_e = Waktu (rata-rata) ekspektasi

t_o = Waktu optimis

t_m = Waktu yang paling mungkin terjadi

t_p = Waktu pesimis

Kita tidak hanya tertarik pada waktu rata-rata, tetapi juga keandalan taksiran. Dalam bahasa statistik, adalah penting untuk mengetahui sebaran distribusi frekuensi dari waktu pelaksanaan aktifitas. Ada dua ukuran sebaran distribusi yaitu variansi dan akar kuadratnya, deviasi standar.

$$\text{Deviasi standar} = St = \frac{t_p - t_o}{6} \dots\dots\dots(9.2)$$

Sedangkan variansi adalah

$$Vt = \left(\frac{t_p - t_o}{6} \right)^2 \dots\dots\dots(9.3)$$

Sebagai contoh prosedur penaksiran waktu untuk PERT, misalkan anda menetapkan 3 taksiran waktu untuk sebuah aktifitas sebagai berikut :

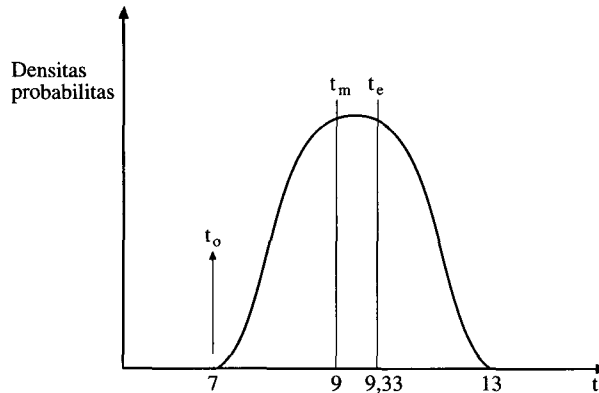
$$t_o = 7, \quad t_m = 9, \quad t_p = 13$$

Waktu rata-rata ekspektasi adalah

$$t_c = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6} = \frac{7 + 4(9) + 13}{6} = 9,33$$

$$Vt = \left(\frac{t_p - t_o}{6} \right)^2 = \left(\frac{13 - 7}{6} \right)^2 = 1$$

Maka $St = 1$ juga distribusi waktu untuk contoh ini bisa digambarkan sebagai berikut :



Gambar 9.6
Distribusi Waktu

Sekarang anda diajak kembali memperhatikan contoh kasus pembangunan pabrik mobil batu PT. TI. Dalam versi PERT, maka data taksiran waktu aktifitas akan tampak seperti tabel 9-2.

Tabel 9.2
Taksiran Waktu Aktifitas PT. TI

Aktifitas	t_o	t_m	t_p	t_e	V_t
A	7	10	15	10	1,78
B	3	5	8	5	0,69
C	5	8	12	8	1,36
D	2	4	6	4	0,44
E	5	11	12	10	1,36
F	8	12	14	12	1,00
G	5	12	13	11	1,00
H	8	16	18	15	2,78
I	1	3	5	3	0,44

Lama waktu aktifitas keseluruhan aktifitas dalam jaringan, T_E sama dengan t_e ;

$$T_E = \sum t_e \text{ untuk seluruh aktifitas sepanjang lintasan yang disorot(9.4)}$$

Hal ini memberi jalan untuk menentukan panjang waktu lintasan mana saja di dalam jaringan. Sesungguhnya, caranya identik dengan CPM. Sehingga penggambaran jaringan, perhitungan maju dan mundur, slack, dan lintasan kritis yang terdapat pada CPM secara langsung dapat diterapkan juga pada PERT.

Jika, disamping mengetahui rata-rata atau waktu ekspektasi sepanjang lintasan kritis, anda juga tahu tentang variansi sepanjang lintasan kritis dan distribusi probabilitas waktu keseluruhan, anda dapat menghitung kemungkinan selesainya proyek dalam waktu tertentu. Untungnya, variansi dari jumlah waktu setiap aktifitas sama dengan jumlah variansi masing-masing waktu.

$$V_T = \sum V_t \text{ berlaku untuk aktifitas sepanjang lintasan yang disorot(9.5)}$$

Maka hakikatnya deviasi standar lintasan tersebut adalah

$$S_T = \sqrt{V_t} \text{(9.6)}$$

Selanjutnya dari teorema batas pusat, kita bisa berdeduksi bahwa distribusi sejumlah n aktifitas mendekati distribusi normal manakala n semakin besar. Kita telah melihat bahwa distribusi dipakai dalam pengendalian kualitas secara statistik dengan sampel berukuran 4 atau 5. Proyek yang memerlukan pendekatan lintasan kritis biasanya akan terdiri atas 4 - 5 aktifitas sepanjang lintasan kritisnya.

Sekarang marilah kita hitung rata-rata dan variansi lintasan kritisnya pada contoh kasus PT. TI. Aktifitas yang berada pada lintasan kritis adalah B, E, dan H. Maka total waktu ekspektasi adalah

$$T_E = \sum T_e = 5 + 10 + 15 = 30$$

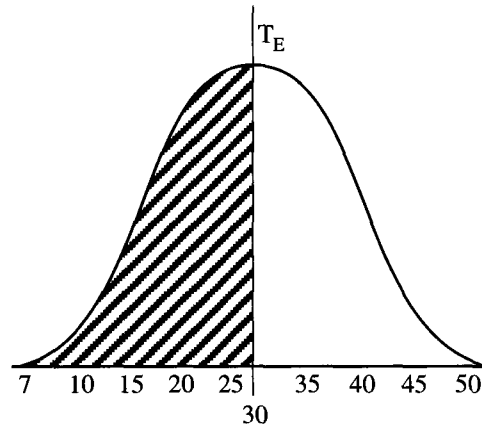
Variansi sepanjang lintasan kritisnya adalah

$$V_T = \sum V_t = 0,69 + 1,36 + 2,78 = 4,83$$

dan deviasi standar adalah

$$S_T = \sqrt{V_t} = \sqrt{4,83} = 2,198$$

Kini kita akan menghitung berapa kemungkinannya 30 hari proyek akan selesai. Secara grafis, masalah ini ditunjukkan oleh gambar 9.7 berikut



Gambar 9.7
Distribusi Normal untuk PERT Kasus PT. TI

Maka luas daerah yang diarsir menyatakan probabilitas T_E tercapai. Artinya kemungkinan proyek akan selesai dalam tempo 30 hari adalah 50%.

Apabila waktu penyelesaian digeser ke kanan, misalnya 35 hari, maka kemungkinan tercapainya akan meningkat. Hal ini bisa dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{X - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{X - T_E}{S_T} \\ &= \frac{25 - 30}{2,198} = 2,2748 \end{aligned}$$

Dari tabel distribusi normal dapat diketahui bahwa luas daerah di bawah kurjanya adalah 0,9898 atau $\pm 99\%$.