

Manajemen Proyek

Kompetensi:

Setelah membaca modul kuliah ini, diharapkan mahasiswa mampu:

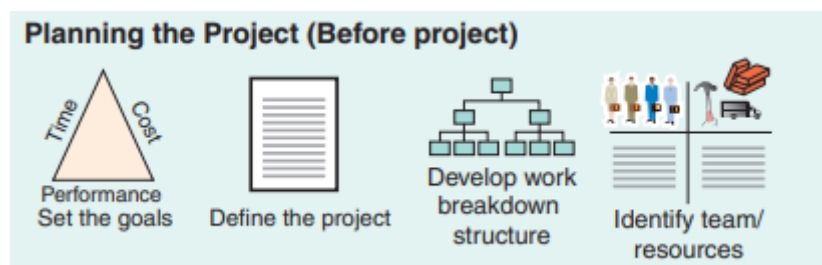
1. Memahami konsep Manajemen Proyek.
2. Memahami metode CPM dan PERT
3. Menghitung durasi dan analisis penjadwalan CPM dan PERT

2.1. Konsep Manajemen Proyek

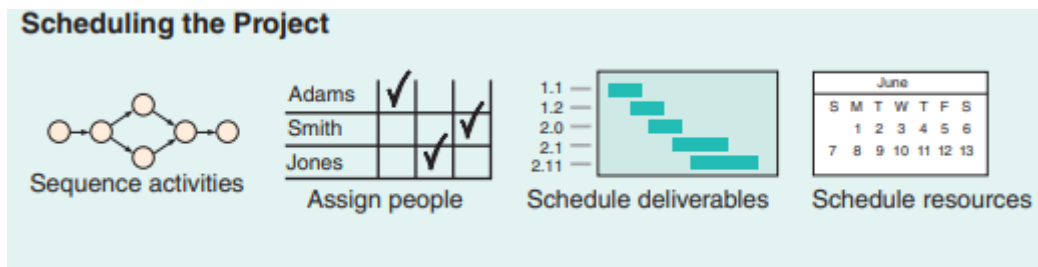
Sebuah perusahaan dalam memulai suatu proyek yang besar harus dapat cepat memobilisasi sumber daya yang besar yang terdiri dari para pekerja manual, profesional konstruksi, juru masak, personel medis, dan bahkan pasukan keamanan. Tim proyek harus dapat mengembangkan rantai pasokan untuk mengakses bahan baku dalam mengerjakan proyek. Dalam suatu proyek diperlukan sumber daya yang ada dan waktu agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Menjadwalkan proyek dapat menjadi tantangan yang sulit bagi manajer operasi. Taruhannya dalam manajemen proyek tinggi. Pembengkakan biaya dan penundaan yang tidak perlu terjadi karena penjadwalan dan kontrol yang buruk.

Proyek yang membutuhkan waktu berbulan-bulan atau bertahun-tahun untuk menyelesaikan biasanya dikembangkan di luar normal sistem produksi. Organisasi proyek dalam perusahaan dapat dibentuk untuk menangani pekerjaan tersebut dan sering dibubarkan saat proyek selesai. Pada kesempatan lain, manajer menemukan proyek hanya sebagian dari pekerjaan mereka. Manajemen proyek melibatkan tiga fase yaitu:

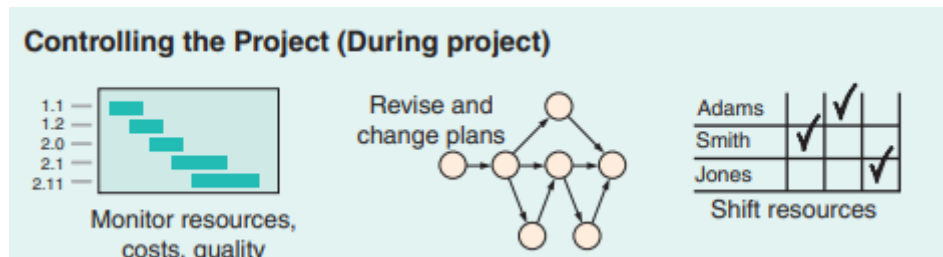
1. Planning yaitu fase ini mencakup penetapan tujuan, penetapan proyek, dan organisasi tim.
2. Scheduling yaitu fase ini menghubungkan orang, uang, dan persediaan dengan aktivitas dan hubungan tertentu aktivitas satu sama lain.
3. Controlling yaitu hal ini perusahaan memantau sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Termasuk juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser sumber daya untuk memenuhi tuntutan waktu dan biaya.



Gambar 2.1. Planning Proyek



Gambar 2.2. Scheduling Proyek



Gambar 2.3. Controlling Proyek

Tiga teknik yang populer untuk memungkinkan manajer dalam merencanakan, menjadwalkan, dan mengontrol yaitu teknik/ metode Gantt charts, CPM dan PERT.

2.2. Perencanaan Proyek

Proyek dapat didefinisikan sebagai serangkaian tugas terkait yang diarahkan ke keluaran utama. Dalam beberapa perusahaan, organisasi proyek dikembangkan untuk memastikan program yang ada terus berjalan dengan lancar setiap hari sementara proyek baru berhasil diselesaikan.

Untuk perusahaan dengan banyak proyek besar, seperti perusahaan konstruksi, organisasi proyek adalah cara yang efektif untuk menugaskan orang dan sumber daya fisik yang dibutuhkan. Ini adalah struktur organisasi sementara yang dirancang untuk mencapai hasil dengan menggunakan spesialis dari seluruh penjuru perusahaan.

Organisasi proyek mungkin paling membantu ketika:

1. Tugas pekerjaan dapat ditentukan dengan tujuan dan tenggat waktu tertentu
2. Pekerjaan itu unik atau agak asing bagi organisasi yang ada
3. Pekerjaan tersebut berisi dari tugas-tugas kompleks saling terkait membutuhkan keterampilan khusus.
4. Proyek ini bersifat sementara tetapi penting bagi organisasi
5. Proyek ini melintasi jalur organisasi

Manajer proyek memiliki tanggung jawab untuk menjamin bahwa:

1. Semua kegiatan yang dibutuhkan terselesaikan dalam urutan dan waktu yang baik
2. Proyek ada dengan suatu anggaran di dalamnya.
3. Proyek mencapai tujuan kualitasnya.
4. Orang-orang yang ditugaskan dalam proyek menerima motivasi arahan dan informasi yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan mereka

Masalah etis yang dihadapi dalam manajemen proyek yaitu manajer proyek tidak hanya memiliki visibilitas tinggi tetapi mereka juga menghadapi keputusan etis setiap hari. Bagaimana mereka bertindak dengan kode etik proyek.

Manajer proyek sering berurusan dengan :

- (1) tawaran hadiah dari kontraktor
- (2) tekanan untuk mengubah laporan status untuk menutupi kenyataan penundaan
- (3) laporan palsu untuk biaya waktu dan pengeluaran
- (4) tekanan untuk mengorbankan kualitas untuk memenuhi bonus atau hindari penalti yang terkait dengan jadwal.

Kode etik ini perlu disertai dengan kepemimpinan yang baik dan budaya organisasi yang kuat, dengan standar dan nilai etika yang tertanam didalamnya.

Dalam perencanaan suatu proyek harus dilakukan pembuatan struktur perincian dari pekerjaan (*Work Breakdown Structure*) pada proyek yang akan dikerjakan. Tim manajemen proyek dapat memulai tugasnya dengan baik sebelum pelaksanaan proyek sehingga rencana bisa dikembangkan. Salah satu langkah pertamanya adalah dengan hati-hati menetapkan tujuan proyek, kemudian proyek dipecah-pecah menjadi beberapa bagian yang dapat dikelola.

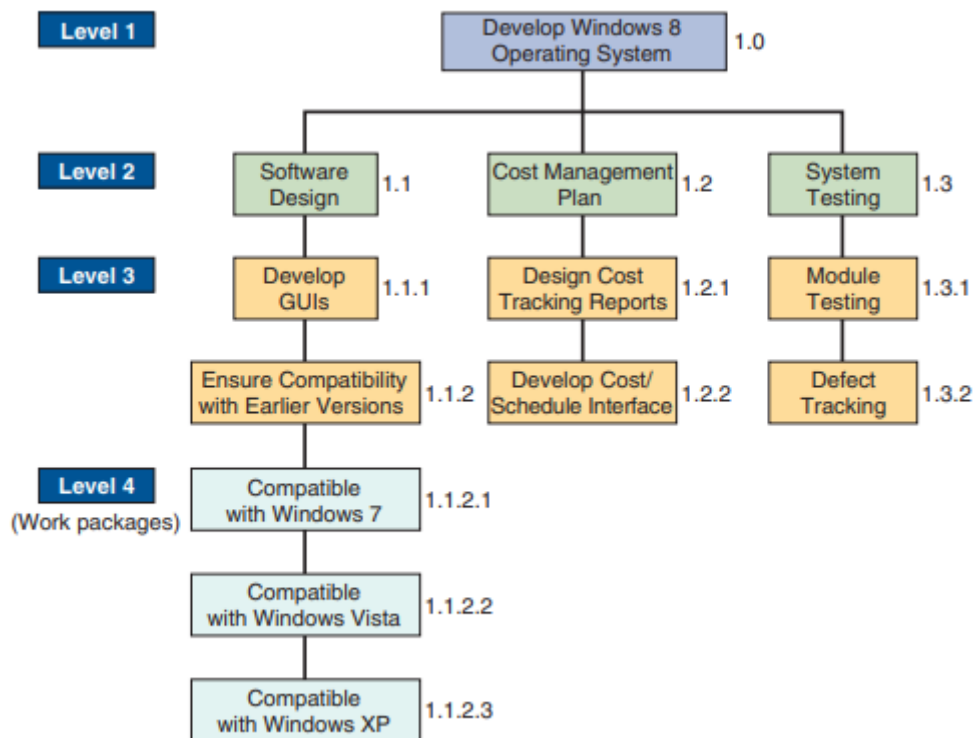
Work breakdown structure (WBS) dapat mendefinisikan proyek dengan membaginya menjadi subkomponen utama (atau tugas), yang kemudian dibagi lagi menjadi komponen yang lebih rinci, dan terakhir menjadi serangkaian aktivitas dan biaya terkait.

Pembagian proyek menjadi tugas-tugas yang lebih kecil dan lebih kecil bisa jadi sulit, tetapi sangat penting untuk mengelola proyek dan menjadwalkan keberhasilan. Persyaratan kotor untuk orang, persediaan, dan peralatan juga diperkirakan dalam fase perencanaan ini.

Struktur rincian kerja biasanya mengecil ukurannya dari atas ke bawah dan menyorok seperti ini:

Level

1. Project
2. Tugas utama dalam proyek
3. Subtugas dalam tugas utama
4. Aktivitas (atau "paket kerja") yang harus diselesaikan



Gambar 2.4. *Work Breakdown Structure*

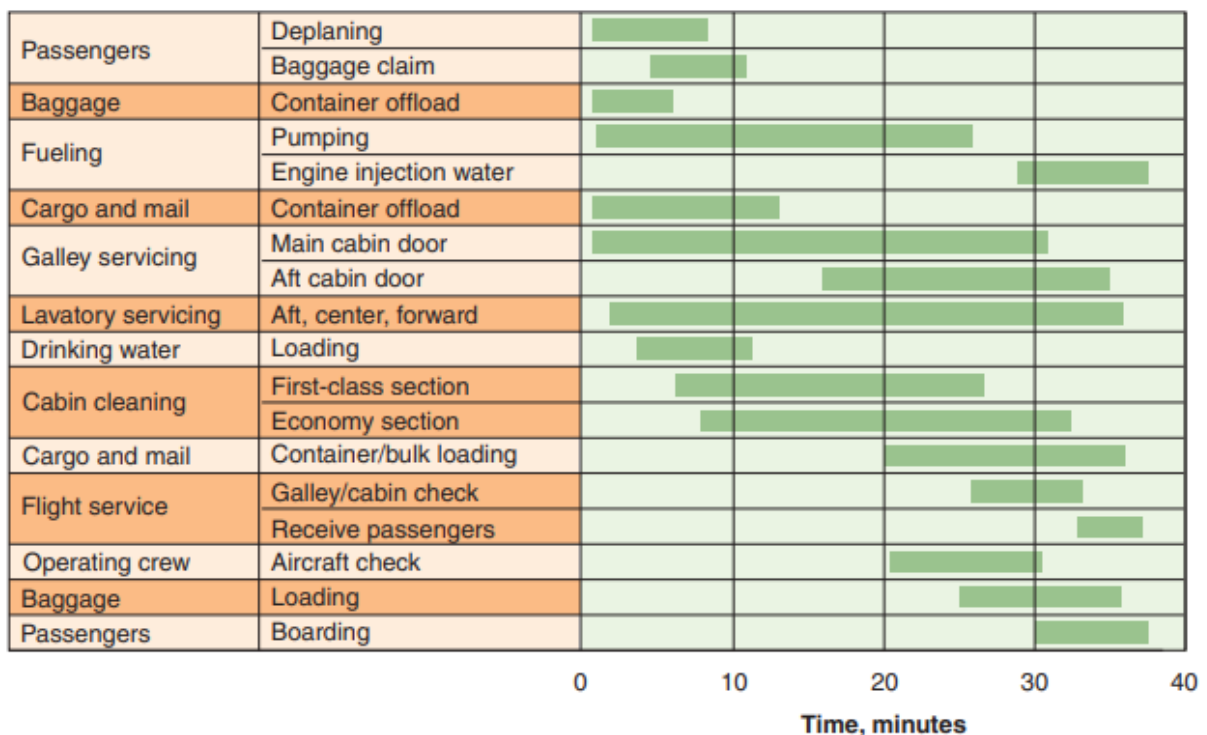
2.3. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek melibatkan pengurutan dan alokasi waktu untuk semua aktivitas proyek. Pada tahap ini, manajer memutuskan berapa lama waktu yang dibutuhkan setiap aktivitas dan menghitung sumber daya yang dibutuhkan di setiap tahap produksi. Manajer juga dapat membuat jadwal terpisah untuk kebutuhan personel berdasarkan jenis keterampilan (misalnya manajemen, teknik, atau menuangkan beton) dan kebutuhan material.

Salah satu pendekatan penjadwalan proyek yang populer adalah diagram Gantt. Bagan Gantt adalah sarana berbiaya rendah membantu manajer memastikan bahwa proyek itu merupakan :

- (1) kegiatan direncanakan
- (2) urutan kinerja didokumentasikan
- (3) perkiraan waktu kegiatan dicatat
- (4) waktu proyek keseluruhan dikembangkan

Bagan Gantt mudah dimengerti. Masing-masing batang horizontal digambar aktivitas proyek sepanjang garis waktu. Ilustrasi servis rutin pesawat jet Delta ini selama 40 menit singgah menunjukkan bahwa grafik Gantt dapat digunakan untuk penjadwalan operasi yang berulang-ulang. Dalam kasus tersebut, bagan membantu menunjukkan potensi penundaan. Kotak dalam manajemen operasional merupakan tindakan aktif Delta memberikan wawasan tambahan.



Gambar 2.5. Gantt Chart servis rutin pesawat jet Delta

Pada proyek sederhana, bagan penjadwalan seperti ini memungkinkan manajer untuk mengamati kemajuannya dari setiap aktivitas dan untuk melihat serta menangani area masalah. Grafik Gantt, bagaimanapun, tidak cukup menggambarkan keterkaitan antara kegiatan dan sumber daya.

PERT dan CPM, dua teknik jaringan yang banyak digunakan yang memiliki kemampuan untuk mempertimbangkan hubungan yang diutamakan dan aktivitas saling ketergantungan.

Pada proyek yang kompleks, penjadwalannya hampir selalu terkomputerisasi, PERT dan CPM dengan demikian memiliki keunggulan dibandingkan grafik Gantt yang lebih sederhana. Bahkan pada proyek besar, grafik Gantt dapat digunakan sebagai ringkasan status proyek dan dapat

melengkapi pendekatan jaringan lain. Untuk meringkas, pendekatan apa pun yang diambil oleh manajer proyek, penjadwalan proyek berfungsi dengan beberapa tujuan yaitu:

1. menunjukkan hubungan setiap kegiatan dengan orang lain dan dengan keseluruhan proyek.
2. mengidentifikasi hubungan prioritas di antara aktivitas.
3. mendorong pengaturan waktu yang realistis dan perkiraan biaya untuk setiap kegiatan.
4. membantu memanfaatkan orang, uang, dan sumber daya materi dengan lebih baik dengan mengidentifikasi jalur kritis dalam proyek.

2.4. Pengontrolan Proyek

Kontrol proyek seperti kontrol sistem manajemen apa pun melibatkan pemantauan yang ketat terhadap sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Kontrol juga berarti menggunakan umpan balik untuk merevisi rencana proyek dan memiliki kemampuan untuk mengalihkan sumber daya ke tempat yang paling membutuhkan. Laporan dan grafik CPM /PERT terkomputerisasi tersedia secara luas saat ini dari skor perusahaan perangkat lunak yang bersaing. Beberapa yang lebih populer dari program ini adalah Oracle Primavera (oleh Oracle), MindView (oleh Match Ware), Proyek HP (oleh Hewlett-Packard), Fast Track (oleh AEC Software), dan Microsoft Project (oleh Microsoft Corp.)

Program ini menghasilkan berbagai macam laporan, termasuk :

- (1) rincian biaya rinci
- (2) kebutuhan tenaga kerja
- (3) ringkasan biaya dan jam
- (4) perkiraan bahan baku dan pengeluaran
- (5) laporan varians
- (6) laporan analisis waktu
- (7) laporan status pekerjaan.

Mengontrol proyek bisa jadi sulit dan taruhannya tinggi dengan pembengkakan biaya dan tidak perlu penundaan dapat terjadi karena perencanaan, penjadwalan, dan kontrol yang tidak baik. Beberapa proyek ditentukan dengan baik, sedangkan yang lain mungkin tidak jelas. Proyek biasanya hanya menjadi terdefinisi dengan baik setelah dirinci perencanaan awal yang ekstensif dan definisi yang cermat dari masukan, sumber daya, proses, dan keluaran. Proyek mapan di mana kendala diketahui (misalnya, gedung dan jalan) dan produk rekayasa (misalnya pesawat terbang dan mobil) dengan spesifikasi dan gambar yang jelas mungkin termasuk dalam kategori ini. Proyek yang terdefinisi dengan baik diasumsikan memiliki perubahan yang cukup kecil dikelola tanpa merevisi rencana secara substansial. Mereka menggunakan apa yang disebut pendekatan *waterfal*, di mana proyek berjalan dengan lancar, dengan cara langkah demi langkah, melalui setiap fase ke penyelesaian.

2.5. Teknik Manajemen Proyek CPM dan PERT

Critical path method (CPM) dan Program evaluation and review technique (PERT) kedua metode dikembangkan pada tahun 1950-an untuk membantu manajer dalam menjadwalkan, memantau, dan mengendalikan proyek-proyek besar dan kompleks. CPM tiba lebih dulu, sebagai alat yang dikembangkan untuk membantu dalam pembangunan dan pemeliharaan bahan kimia tanaman di duPont. Secara independen, PERT dikembangkan pada tahun 1958 untuk Angkatan Laut AS.

Framework dari CPM dan PERT, keduanya mengikuti enam langkah dasar berikut:

1. Tentukan proyek dan persiapkan struktur rincian kerja.
2. Kembangkan hubungan antar kegiatan. Putuskan kegiatan mana yang harus mendahului dan yang harus mengikuti kegiatan lain.
3. Gambarlah jaringan yang menghubungkan semua aktivitas.

4. Tetapkan waktu dan / atau perkiraan biaya untuk setiap kegiatan.
5. Hitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini disebut jalur kritis.
6. Menggunakan jaringan dalam membantu merencanakan, menjadwalkan, memantau, dan mengendalikan proyek.

Langkah 5, menemukan jalur kritis, adalah bagian utama dari pengendalian proyek. Aktivitas di jalur kritis mewakili tugas-tugas yang akan menunda seluruh proyek jika tidak diselesaikan tepat waktu. Manajer dapat memperoleh fleksibilitas yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas-tugas penting dengan mengidentifikasi aktivitas non-kritis dan perencanaan ulang, penjadwalan ulang, dan realokasi tenaga kerja dan sumber daya keuangan.

Meskipun CPM dan PERT berbeda sampai batas tertentu dalam terminologi dan konstruksi jaringan, namun tujuan keduanya sama. Selanjutnya analisis digunakan pada kedua teknik tersebut sangat mirip. Perbedaan utama adalah bahwa CPM membuat asumsi bahwa waktu aktivitas diketahui dengan pasti dan karenanya hanya membutuhkan satu faktor waktu untuk setiap aktivitas, sedangkan PERT menggunakan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitas. Perkiraan waktu ini digunakan untuk menghitung nilai yang diharapkan dan standar deviasi untuk aktivitas.

CPM dan PERT penting karena dapat membantu menjawab pertanyaan seperti berikut ini tentang proyek dengan ribuan kegiatan yaitu:

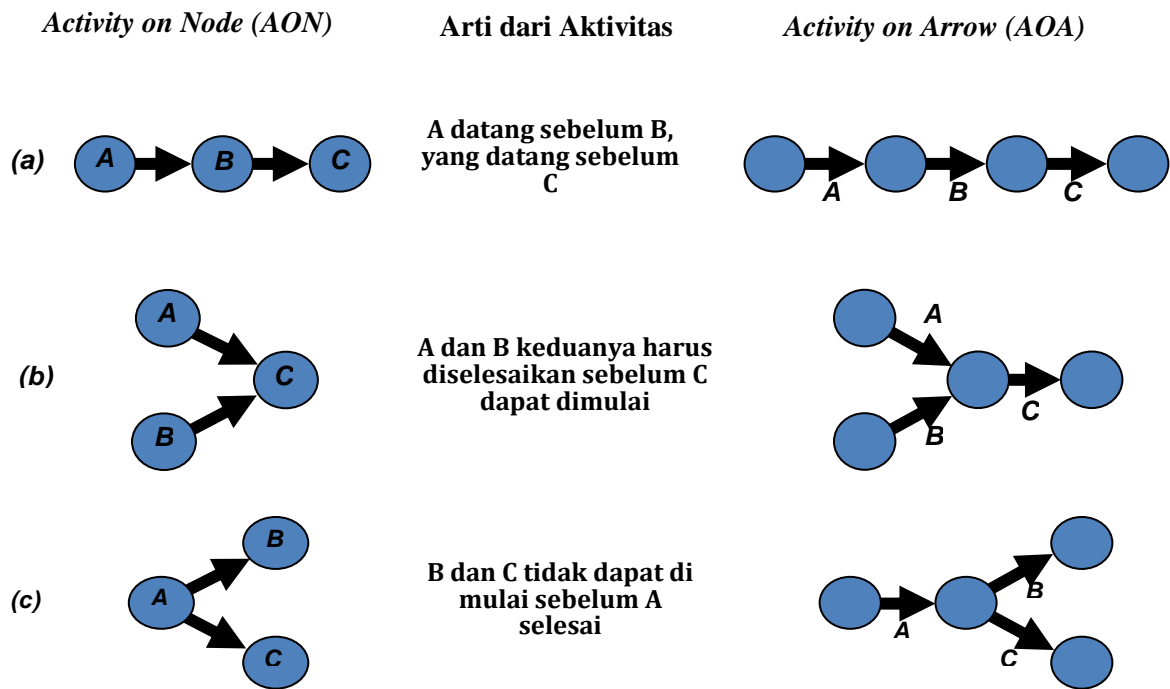
1. Kapan keseluruhan proyek akan selesai?
2. Apa kegiatan atau jalur kritis dalam proyek yaitu, kegiatan mana yang akan tertunda seluruh proyek jika mereka terlambat?
3. Manakah kegiatan nonkritis yaitu kegiatan yang dapat berjalan terlambat tanpa menunda keseluruhan penyelesaian proyek?
4. Berapa probabilitas bahwa proyek akan selesai pada tanggal tertentu?
5. Pada tanggal tertentu, apakah proyek sesuai jadwal, terlambat, atau lebih cepat dari jadwal?
6. Pada tanggal tertentu, apakah uang yang dibelanjakan sama dengan, kurang dari, atau lebih besar dari jumlah yang dianggarkan?
7. Apakah ada cukup sumber daya yang tersedia untuk menyelesaikan proyek tepat waktu?
8. Jika proyek akan selesai dalam waktu yang lebih singkat, apa cara terbaik untuk mencapai tujuan ini dengan biaya paling rendah?

2.6. Pendekatan Diagram Jaringan (Network Diagrams)

Langkah pertama dalam jaringan CPM atau PERT adalah membagi seluruh proyek menjadi aktivitas sesuai dengan struktur perincian pekerjaan. Ada dua pendekatan untuk menggambar jaringan proyek: aktivitas di node (AON) dan aktivitas di panah (AOA). Pada AON, node menunjuk aktivitas dan pada AOA, panah mewakili aktivitas. Aktivitas memakan waktu dan sumber daya. Perbedaan mendasar antara AON dan AOA adalah bahwa node dalam AON diagram mewakili kegiatan. Dalam jaringan AOA, node mewakili waktu mulai dan selesai suatu aktivitas dan juga disebut peristiwa. Jadi node di AOA tidak mengandung waktu maupun sumber daya.

Meskipun AON dan AOA sama-sama populer dalam praktiknya, banyak manajemen proyek paket perangkat lunak, termasuk Microsoft Project, menggunakan jaringan AON.

Contoh gambar perbedaa jaringan penjadwalan menggunakan cara AON dan cara AOA dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.6. Perbedaan AON dan AOA

Contoh 1

Sebuah kontraktor akan mengerjakan proyek dari kliennya untuk membangun sebuah gedung. Proyek tersebut harus dikerjakan 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 pendahulu pada proyek tersebut dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1. Daftar kegiatan proyek

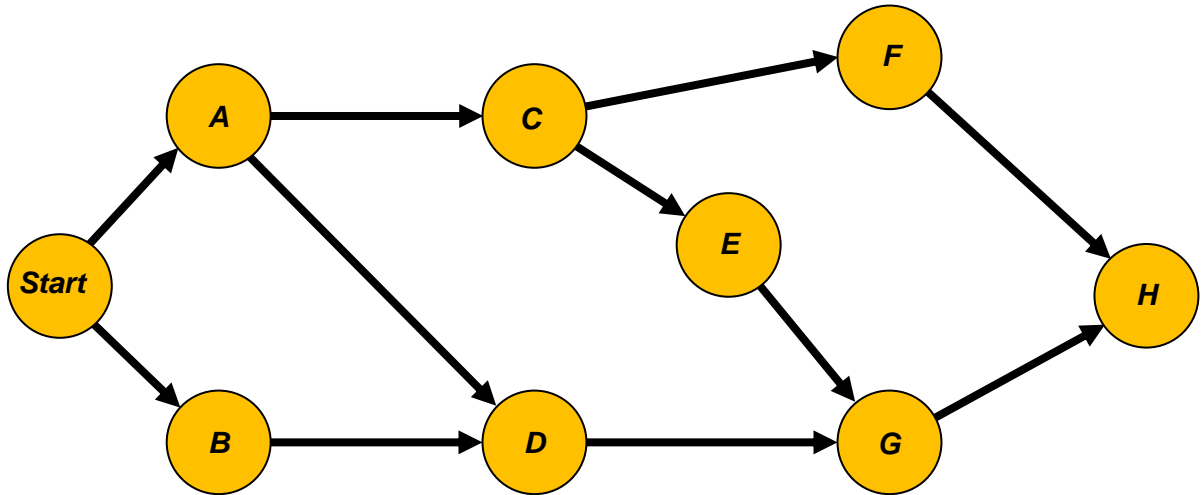
Kegiatan	Penjelasan	Pendahulu langsung
A	membangun komponen internal	-
B	memodifikasi atap dan lantai	-
C	membangun tumpukan	A
D	menuangkan beton dan memasang rangka	A,B
E	membangun pembakar temperatur tinggi	C
F	memasang sistem kendali polusi	C
G	membangun alat pencegah polusi udara	D,E
H	pemeriksaan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

Dari kasus tersebut :

- a. Gambarkanlah jaringan proyek dengan model AON!
- b. Gambarkanlah jaringan proyek dengan model AOA!

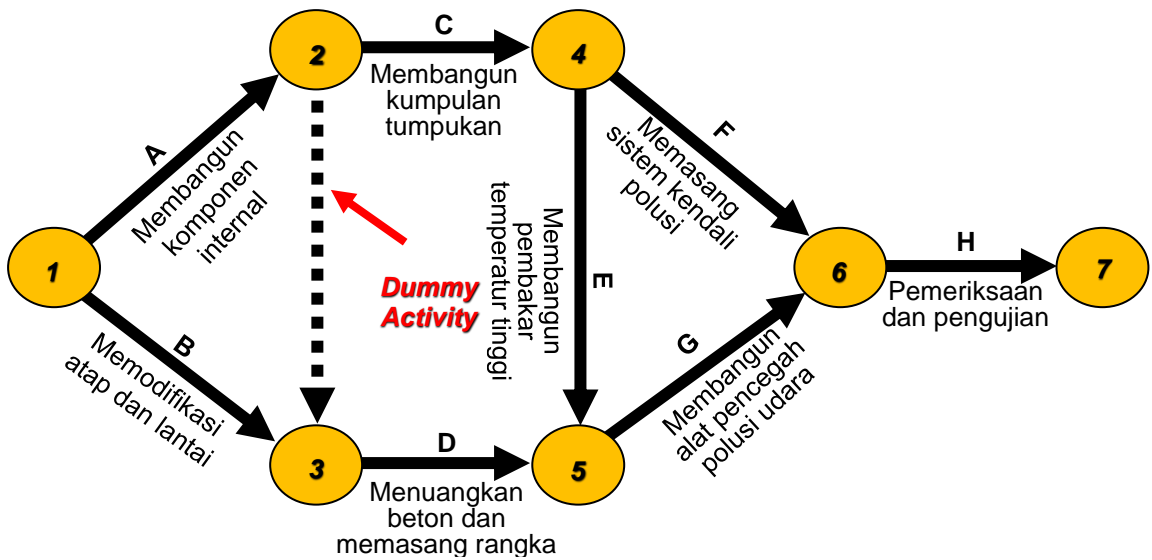
Jawab

- a. Dari kasus di atas dapat kita dapat menggambarkan jaringan proyek AON sebagai berikut:



Gambar 2.7. Jaringan proyek AON

- b. Dari kasus di atas dapat kita dapat menggambarkan jaringan proyek AOA sebagai berikut:



Gambar 2.8. Jaringan proyek AOA

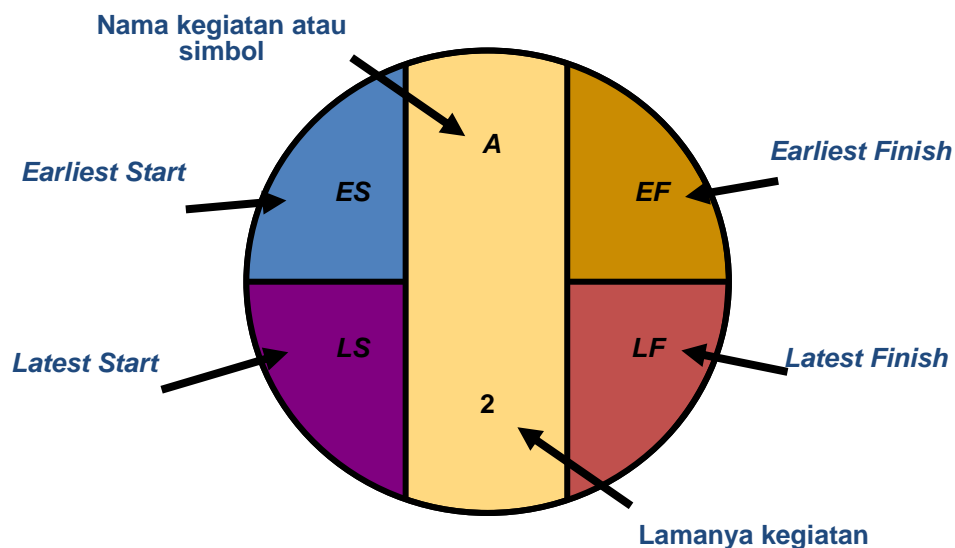
2.7. Menentukan Jadwal Proyek dengan CPM

Dalam mengidentifikasi semua waktu paling awal dan waktu paling akhir sejauh ini, dan jalur kritis terkait dengan mengasumsikan bahwa semua waktu aktivitas diketahui tetap dan konstan tidak ada variabilitas dalam waktu aktivitas, maka dapat mengadopsi pendekatan model CPM.

Setelah jaringan proyek ini dibuat untuk menunjukkan semua aktivitas dan hubungan prioritas mereka, langkah selanjutnya adalah menentukan jadwal proyek dengan mengidentifikasi waktu awal dan akhir yang direncanakan 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*.

Node pada jaringan proyek model node (AON), areanya dibagi menjadi beberapa bagian untuk penamaan dari keterangan aktivitas/ kegiatan. Pembagian area node dibagi menjadi lima area dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.9. Pembagian area pada Node

a. 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, $EF = ES + \text{waktu kegiatan}$

- b. 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 2

Dari contoh 1, dalam pengerjaan proyeknya, perusahaan kontraktor tersebut membuat durasi waktu dari masing-masing aktivitas dalam minggu. Durasi waktu kegiatan pada proyek tersebut dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2. Daftar Durasi waktu kegiatan proyek

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

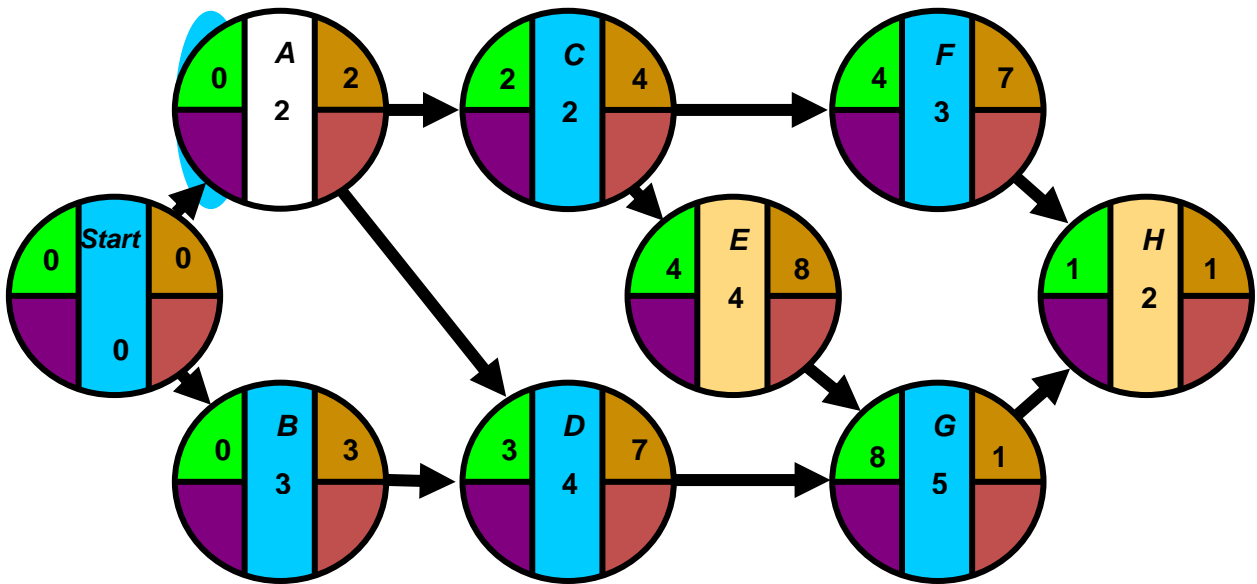
Dari kasus tersebut, hitunglah :

- c. Waktu mulai dan waktu selesai terdahulu dengan jaringan proyek lengkap dengan ES dan EF semua kegiatan?
- d. Waktu selesai terakhir dengan jaringan proyek lengkap dengan LS dan LF semua kegiatan?

Jawab

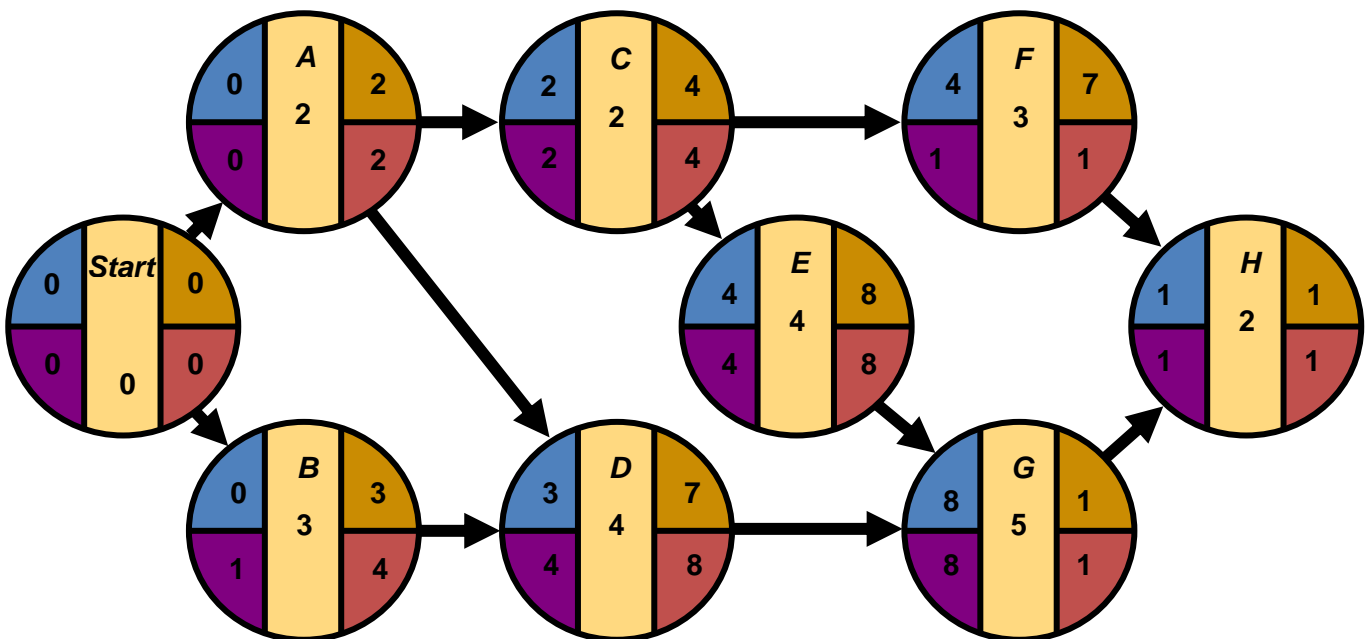
Untuk menjawab kasus di atas menggunakan proses Forward pass dan Backward pass.

- a. Untuk menghitung waktu mulai dan waktu selesai terdahulu dengan jaringan proyek lengkap dengan ES dan EF semua kegiatan dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 2.10. Penghitungan pada proses forward pass

- b. Untuk menghitung waktu mulai dan waktu selesai terdahulu dengan jaringan proyek lengkap dengan LS dan LF semua kegiatan dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 2.11. Penghitungan pada proses backward pass

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 (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 3

Dari contoh 1 dan 2, Hitunglah slack dan jalur kritis untuk kegiatan-kegiatan pada proyek yang dikerjakan oleh kontraktor tersebut?

Jawab

Untuk menghitung slack pada kasus tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

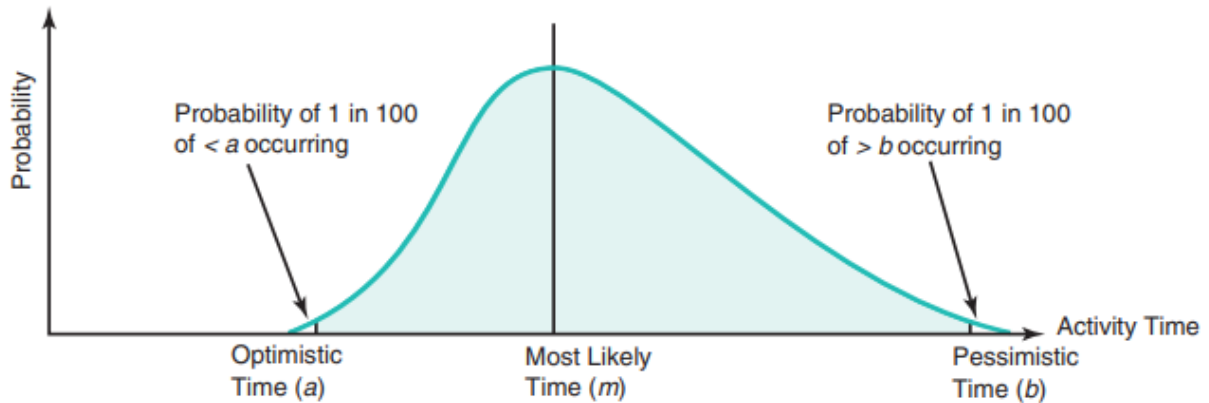
Tabel 2.3. Slack pada kegiatan proyek

Kegiatan	Waktu	Earlist Start (ES)	Earlist Finish (EF)	Latest Start (LS)	Latest Finish (LF)	Slack LS – ES	Critical Path
A	2	0	2	0	2	0	Ya
B	3	0	3	1	4	1	-
C	2	2	4	2	4	0	Ya
D	4	3	7	4	8	1	-
E	4	4	8	4	8	0	Ya
F	3	4	7	10	13	6	-
G	5	8	13	8	13	0	Ya
H	2	13	15	13	15	0	Ya

2.8. Menentukan Jadwal Proyek dengan PERT

Dalam mengidentifikasi semua waktu paling awal dan waktu paling akhir dengan mengasumsikan bahwa semua waktu aktivitas diketahui tetap dan konstan, maka dapat menggunakan model CPM. Apabila dalam pengerjaan proyeknya semua waktu aktivitas diketahui tidak konstan atau ada variabilitas dalam waktu aktivitas tergantung pada berbagai faktor dapat menggunakan model PERT. Dalam PERT kita dapat menggunakan distribusi probabilitas berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitas yaitu :

- Optimistic time (a)
Optimistic time yaitu waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan jika semuanya berjalan sesuai dengan rencana. Perkiraan nilai ini, seharusnya hanya ada kemungkinan kecil (katakanlah, 1/100) bahwa waktu aktivitas adalah lebih kecil dari nilai a.
- Pessimistic time (b)
Pessimistic time adalah waktu suatu kegiatan akan berlangsung dengan asumsi kondisi yang sangat tidak menguntungkan dengan waktu menjadi lebih lama. Dalam mengestimasi nilai ini, hanya ada kemungkinan kecil (1/100) bahwa waktu aktivitas akan lebih besar dari nilai b.
- Most likely time (m)
Perkiraan paling realistis dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan



Gambar 2.12. Variasi waktu aktivitas

Untuk menentukan waktu aktivitas yang diharapkan t , distribusi beta memberi bobot pada tiga perkiraan waktu sebagai berikut :

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

Dimana :

- t adalah waktu aktivitas
- a adalah Optimistic time
- m adalah Most likely time
- b adalah Pessimistic time

Untuk menghitung dispersi atau varians waktu penyelesaian aktivitas, dapat menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:

- Variance diambil dari aktivitas jalur kritis
- a adalah Optimistic time
- b adalah Pessimistic time

Untuk mencari standar deviasi dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$s = \sqrt{variance}$$

Dimana:

- s adalah standar deviasi dari aktivitas jalur kritis

Untuk mencari nilai deviasi normal (z) dapat menggunakan rumus berikut:

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

Contoh 4

Sebuah kontraktor akan mengerjakan proyek dengan Waktu yang diharapkan pada contoh ini merupakan waktu normal yang dibutuhkan untuk mengerjakan proyek tersebut. Kontraktor membuat perkiraan waktu dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4. Variasi waktu penyelesaian pada kegiatan proyek

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

Dari kasus tersebut Carilah:

- Waktu yang diharapkan (t) pada proyek tersebut!
- Berapa Varian waktu proyek tersebut!
- Berapa standa deviasi proyek tersebut!
- Berapa probabilitas proyek dapat selesai dalam 16 minggu!

Jawab

- Untuk mencari waktu yang diharapkan (t) dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Tabel 2.5. Waktu yang diharapkan dan Varian penyelesaian pada kegiatan proyek

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

b. Untuk mencari varian waktu dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Varians proyek} &= \sum(\text{variens kegiatan pada jalur kritis}) \\
 &= \text{variens A} + \text{variens C} + \text{variens E} + \text{variens G} + \text{variens H} \\
 &= 0,11 + 0,11 + 1,00 + 1,78 + 0,11 \\
 &= 3,11
 \end{aligned}$$

c. Untuk mencari standar deviasi waktu dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Standard deviasi proyek } s &= \sqrt{\text{Variance}} \\
 s &= \sqrt{3.11} \\
 s &= 1.76 \text{ minggu}
 \end{aligned}$$

d. Untuk mencari berapa probabilitas waktu proyek selesai dalam 16 minggu dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai deviasi normal (Z)} &= [\text{batas waktu (n)} - \text{waktu penyelesaian yang diharapkan}] / s \\
 z &= (16 \text{ minggu} - 15 \text{ minggu}) / 1.76 \text{ minggu} \\
 z &= 1 / 1.76 \\
 z &= 0.57
 \end{aligned}$$

Dari nilai z score tersebut kita dapat menentukan probabilitasnya dari tabel distribusi normal sebagai berikut:

Tabel 2.6. Distribusi normal

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157

Dari tabel distribusi normal di atas, dapat kita lihat probabilitasnya adalah 0.7157, artinya ada peluang sebesar 71.57% untuk perusahaan menyelesaikan proyek tersebut dalam kurun waktu 16 minggu atau kurang dari itu.

Daftar Pustaka

- Heizer, Jay dan Render, Barry. 2017. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Edisi 12