

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Manajemen Proyek

2.1.1 Pengertian

Proyek merupakan suatu kegiatan atau kejadian yang saling berkaitan dimulai dari perencanaan, pengorganisasian, pendorongan dan pengendalian yang dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan dan membuahkan hasil dalam suatu jangka waktu yang telah ditentukan.

Menurut Nurhayati (2010), Sebuah proyek merupakan suatu usaha atau aktivitas yang kompleks, tidak rutin, dibatasi oleh waktu, anggaran, *resources*, dan spesifikasi performansi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Menurut Trihendradi (2005), manajemen proyek adalah pengelolaan suatu proyek yang mencakup proses perencanaan, pengorganisasian dan pengendalian. Yang dimaksudkan dengan proses di sini adalah serangkaian tahap kegiatan mulai dari awal penentuan sasaran atau tujuan sampai dengan akhir pencapaian sasaran atau tujuan tersebut.

a. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan berarti menetapkan tujuan berdasarkan perkiraan apa yang akan terjadi dalam waktu yang akan datang, dengan mempertimbangkan kemungkinan teradinya perubahan dan masalah pada waktu tersebut. Perencanaan berkaitan dengan hasil pemilihan tujuan atau sasaran, kebijaksanaan, program, dan metode atau prosedur pencapaian tujuan atau sasaran, dalam pengertian pengambilan keputusan apabila dalam perencanaan tersebut harus dipilih salah satu dari beberapa alternatif. Dalam kegiatan perencanaan yang direncanakan adalah waktu (jadwal pelaksanaan), sumber daya yang digunakan (tenaga kerja, alat, dan material) serta biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek tersebut.

b. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pengorganisasian adalah penentuan, pengelompokan, dan pengaturan berbagai kegiatan dalam rangka pencapaian tujuan, meliputi penugasan kepada orang-orang dalam kegiatan serta menunjukkan hubungan kewenangan yang dilimpahkan kepada setiap orang yang ditugaskan untuk melaksanakan kegiatan tersebut, yang dituangkan dalam bentuk formal.

c. Pengendalian (*Supervising*)

Pengendalian adalah kegiatan bimbingan, pemberian instruksi, dorongan dan koordinasi antara semua komponen yang terlibat dalam kegiatan tersebut agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Pengendalian juga berfungsi untuk melakukan koreksi terhadap penyimpangan yang terjadi sehingga dapat diambil solusi terbaik agar tujuan yang telah ditetapkan dapat dicapai.

2.1.2 Sumber Daya Proyek

Dalam penyelenggaraan suatu proyek, terdapat 5 sumber daya yang dibutuhkan yaitu manusia atau tenaga kerja (*man*), alat (*machines*), material (*materials*), uang (*money*), dan waktu (*time*).

a. Manusia (*man*)

Kelompok manusia merupakan unsur dasar terpenting yang menentukan keberhasilan penyelenggaraan suatu proyek. Dikatakan demikian karena sumber daya ini dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan-pekerjaan proyek melalui profesi mereka sebagai mandor, tukang dan pekerja, untuk mentransformasikan sumber daya lainnya menjadi item pekerjaan serta untuk mengisi struktur organisasi untuk menyelenggarakan proyek sesuai dengan tugas dan wewenangnya. Oleh karena itu dibutuhkan sumber daya manusia yang terampil agar pelaksanaan pekerjaan tidak mengalami keterlambatan serta mutu dari pekerjaan tersebut sesuai dengan spesifikasi. Dalam rencana anggaran biaya proyek, mandor, tukang dan pekerja dimasukkan dalam kelompok biaya langsung sehingga dapat ditelusuri keberadaannya dalam analisa harga satuan item pekerjaan, sedangkan biaya untuk personil yang terlibat dalam organisasi dimasukkan ke dalam biaya *overhead*.

b. Alat (*machines*)

Pada dasarnya alat digunakan untuk membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya terutama dalam pekerjaan-pekerjaan dengan volume yang relatif besar atau pekerjaan-pekerjaan yang tak dapat dilakukan oleh manusia. Keunggulan dari penggunaan alat adalah produksi alat dapat melebihi produksi manusia sehingga waktu pelaksanaan yang dibutuhkan lebih cepat dan dengan demikian dapat mengurangi biaya pelaksanaan dan mutu pekerjaan yang dihasilkan lebih homogen. Biaya untuk penggunaan alat biasanya dimasukkan dalam kelompok biaya langsung sehingga dapat ditelusuri dalam analisa harga satuan item pekerjaan.

c. Material (*materials*)

Ada dua kelompok material yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek adalah material lokal dan non-lokal. Material lokal adalah material yang langsung diambil dari alam untuk digunakan (misalnya batu dan pasir). Sedangkan material non-lokal adalah material yang diproses di tempat lain sebelum digunakan seperti material-material hasil produksi pabrik (semen, besi dll). Dalam penyelenggaraan proyek, biaya material merupakan komponen biaya terbesar. Biaya untuk kebutuhan material $\pm 50 - 60 \%$ dari total biaya proyek.

d. Uang (*money*)

Sumber daya ini diperlukan untuk mengadakan sumber daya lainnya. Kebutuhan akan uang dalam pelaksanaan proyek perlu diatur sehingga pelaksanaan dapat mengantisipasi seluruh kebutuhannya selama masa pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, harus ada keseimbangan antar pendapatan dan pengeluaran agar pelaksanaan tidak terbebani. Keseimbangan ini hanya bisa diatur berdasarkan jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).

e. Waktu (*time*)

Salah satu hal yang diperjanjikan dalam dokumen kontrak adalah waktu. Oleh karena itu meskipun waktu merupakan sesuatu yang tidak berwujud namun tetap harus dimasukkan sebagai sumber daya proyek yang harus dikelola agar perjanjian tersebut dapat ditepati. Pengelolaan waktu dalam proyek diwujudkan dalam bentuk jadwal kerja. Jadwal ini disusun berdasarkan estimasi waktu penyelesaian tiap item pekerjaan beserta urutan pekerjaan tersebut. Waktu penyelesaian tiap item pekerjaan dipengaruhi oleh volume pekerjaan serta produksi yang mampu dihasilkan oleh pekerja maupun alat. Jika volume pekerjaan tetap dan produktifitas tenaga kerja atau alat tinggi, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut lebih singkat, demikian sebaliknya. Namun perlu disadari bahwa seringkali dalam pelaksanaan, jadwal yang telah ditetapkan tidak dapat diwujudkan karena berbagai faktor. Oleh karena itu diperlukan pengendalian atau kontrol serta evaluasi yang berkelanjutan agar pelaksanaan pekerjaan dapat sesuai dengan jadwal.

2.2 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah nilai yang menyatakan besar atau banyaknya pekerjaan yang dikerjakan dengan satuan isi, panjang, masa dan lain-lain. Biasanya dinyatakan dengan m, m², m³, dan sebagainya. Volume pekerjaan biasanya dihitung berdasarkan

gambar-gambar rencana dan gambar-gambar kerja menurut spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan volume pekerjaan inilah diperoleh biaya bangunan yaitu mengalikannya dengan harga satuan pekerjaan.

Volume item pekerjaan adalah banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan atau dikerjakan untuk memenuhi fungsi atau sebagian fungsi dari bangunan. Jika kuantitas volume pekerjaan ini diselesaikan, maka elemen bangunan tersebut dapat berfungsi. Kuantitas ini sangat menentukan besarnya biaya proyek. Pada masa pelaksanaan sebuah proyek, umumnya kuantitas ini diperhitungkan kembali untuk memastikan besarnya biaya yang harus dibayarkan kepada kontraktor.

2.3 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan adalah perhitungan biaya tiap-tiap jenis pekerjaan untuk tiap unit satuan dan diperoleh dengan jalan menjumlahkan seluruh biaya tenaga kerja, material dan peralatan pada item pekerjaan yang bersangkutan. Analisa harga satuan ini juga sudah termasuk *Overhead*, profit dan pajak.

Analisa harga satuan dapat dihitung dengan persamaan :

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- A_i = Analisa harga satuan pada item pekerjaan ke-i
- T_i = Biaya tenaga kerja pada item pekerjaan ke-i
- M_i = Biaya material pada item pekerjaan ke-i
- P_i = Biaya peralatan pada item pekerjaan-i

2.4 Koefisien atau kuantitas

Koefisien atau kuantitas adalah jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja dan alat maka perlu diketahui hasil produksinya. Nilai koefisien digunakan sebagai dasar perhitungan biaya anggaran suatu proyek satuan koefisien yang biasa dipergunakan adalah m, m², m³, kg, hari, jam.

Besar kecilnya nilai koefisien sangat tergantung dari :

1. Produktivitas tenaga kerja dan peralatan

Produktivitas tenaga kerja dan peralatan adalah kemampuan dari tenaga kerja dan peralatan untuk menghasilkan atau menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satu hari kerja atau H jam.

2. Mutu

Mutu yaitu kualitas dari hasil pekerjaan yang berhasil diselesaikan. Mutu pekerjaan sangat tergantung dari cara penyelesaian pekerjaan tersebut oleh tenaga kerja dan peralatan serta kualitas material yang digunakan.

3. Kondisi lokasi pekerjaan

Kondisi pekerjaan yang jauh dari kota atau sulit dijangkau, serta medan pekerjaan yang sulit sangat mempengaruhi efisiensi kerja dan produksi tenaga kerja dan peralatan. Hal ini disebabkan karena distribusi tenaga kerja, material dan peralatan ke lokasi sangat sulit membuat tenaga kerja dan peralatan bekerja dengan tingkat resiko besar, sehingga produksi kerja menjadi rendah karena tenaga kerja dan peralatan bekerja sangat hati-hati.

4. Tenaga kerja yang tersedia

Tenaga kerja yang tersedia cukup memadai dan memiliki keterampilan yang bervariasi, maka tenaga kerja yang ada bisa digunakan untuk menggantikan fungsi dari alat-alat berat tertentu yang apabila digunakan maka biaya pekerjaan lebih besar dibandingkan bila menggunakan tenaga manusia.

5. Peralatan yang tersedia

Peralatan yang tersedia untuk digunakan harus seimbang, dalam arti peralatan harus saling melayani.

6. Target volume per satuan waktu

Target volume per satuan waktu adalah hasil produksi yang harus diperoleh dalam satu hari atau H jam. Usaha yang dilakukan untuk mencapai target volume ini tercapai bila ada keseimbangan dengan kemampuan alat dan jumlah tenaga kerja yang tersedia.

Koefisien masing-masing sumber daya dapat diketahui bila volume produksi masing-masing sumber daya diketahui. Volume produksi adalah hasil kerja kelompok sumber daya selama waktu kerja tertentu. Oleh karena itu keahlian seorang estimator untuk mengestimasi hal-hal di atas sangat diperlukan.

2.4.1 Koefisien atau kuantitas Tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah penggunaan waktu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Dalam analisa-analisa hasil produksi kelompok tenaga kerja telah dihitung oleh seorang estimator yang berpengalaman dengan berpatokan pada hasil produksi kelompok tenaga kerja dapat terdiri dari mandor,

kepala tukang, tukang, dan tenaga kerja. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja maka perlu mengetahui :

1. Jam kerja efektif dalam kelompok tenaga kerja.
2. Jumlah tenaga kerja dalam suatu kelompok tenaga kerja.
3. Besarnya produksi dalam satu hari.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan persamaan:

$$K_{tk} = N/Q \times 1 \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- K_{tk} = Koefisien tenaga kerja (jam)
 N = jumlah tenaga kerja
 Q = Besar produksi (m^3)

2.4.2 Koefisien atau kuantitas Material

Koefisien material adalah jumlah material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Untuk menghitung kuantitas material maka perlu mengetahui :

1. Sifat-sifat material (kembang atau susut, faktor yang hilang)
2. Berat isi
3. Persyaratan material baik mutu maupun kondisinya, misalnya perbandingan campuran, mutu beton dan lain-lain.

Untuk menghitung besarnya koefisien material digunakan rumus sebagai berikut :

$$K_m = K_r + F_a \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

- K_m = koefisien material.
 K_r = kebutuhan riil per-satuan item pekerjaan.
 F_a = faktor yang hilang

2.4.3 Koefisien atau kuantitas Peralatan

Koefisien peralatan adalah jumlah penggunaan waktu efektif peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Untuk menghitung kuantitas peralatan, maka perlu menghitung produksi alat per-satuan waktu.

Untuk menghitung produksi alat digunakan persamaan sebagai berikut :

Untuk tanah lepas

$$Q_i = q \times \frac{60}{ws} \times E \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk tanah padat (yang dipadatkan)

$$Q_P = Q_i \times f$$

$$= q \times \frac{60}{ws} \times E \times f \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- Q_i = Produksi alat per jam untuk tanah lepas (m^3/jam)
- Q_P = Produksi alat per jam untuk tanah padat (m^3/jam)
- Q = Kapasitas alat per siklus (m^3)
- Ws = Waktu siklus (menit)
- E = Efisiensi
- F = Faktor konversi volume tanah

Kuantitas peralatan dihitung dengan rumus :

$$K = \frac{1}{Q} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- K = Koefisien peralatan
- Q = Produksi alat (m^3/jam)

2.5 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau pun kedua-keduanya secara bersama-sama. Satuan waktu untuk menentukan produksi, umumnya adalah jam atau hari. Dari pengertian di atas dapat diketahui bahwa tenaga kerja dan peralatan dapat bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan satu pekerjaan meskipun keduanya mempunyai produksi yang berbeda-beda. Karena perbedaan produksi ini, maka dalam perhitungan analisa harga satuan umumnya yang digunakan adalah produksi minimum (Q_m) dari kedua kelompok tersebut.

a. Produksi tenaga kerja

Khusus untuk tenaga kerja, tidak ada satu formula yang pasti untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja. Hal ini karena kemampuan setiap orang atau kelompok tenaga kerja berbeda. Penentuan produksi tenaga kerja hanya didasarkan pada pengamatan dan pengalaman dari estimator tentang kemampuan tenaga kerja yang digunakan. Dalam kontrak-kontrak proyek yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi tenaga kerja dapat didasarkan pada kuantitas

atau koefisien tenaga kerja yang ada dalam analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut. Estimasi tersebut menggunakan formula sebagai berikut

$$Q_{tk} = \frac{1}{K_{tk}} J_{tk} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

Q_{tk} = Produksi tenaga kerja
 K_{tk} = Kuantitas tenaga kerja
 J_{tk} = jumlah tenaga kerja

b. Produksi alat

Formula yang digunakan untuk menghitung produksi alat adalah :

$$Q = q \left(\frac{60}{w_s} \right) E \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

Q = Produksi alat (m^3 /jam)
 q = Kapasitas alat (m^3 , ton)
 W_s = Waktu siklus alat (menit)
 E = Efisiensi

Formula di atas merupakan formula untuk produksi dimana material dalam keadaan lepas, sedangkan pengukuran dan pembayaran yang dilakukan di lapangan adalah pada volume produksi dalam keadaan padat. Oleh karena itu, formula untuk menghitung produksi dalam keadaan padat adalah :

$$Q_p = q \left(\frac{60}{w_s} \right) E. f \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

Q_p = Produksi dalam keadaan padat
 f = Faktor kondisi material (lebih kecil dari 1)

Pada kontrak proyek-proyek yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimator produksi alat dapat didasarkan pada kuantitas (koefisien) alat yang ada dalam analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut. Produksi yang tercermin dari kuantitas ini adalah produksi dalam keadaan padat.

$$Q_P = \frac{1}{K_a} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

K_a = Koefisien alat

Formula tersebut dibangun dengan pengertian sebagai berikut :

1. Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu satuan waktu tertentu.
2. Kuantitas atau koefisien alat adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Kedua pengertian tersebut sama-sama membicarakan soal banyaknya pekerjaan dan waktu yang dibutuhkan, sehingga jika diperhatikan kedua pengertian tersebut saling berkebalikan. Jika produksi menanyakan berapa banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam satu satuan waktu, maka koefisien menanyakan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

c. Produksi minimum (Q_m)

Produksi minimum adalah produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja atau alat atau keduanya secara bersama-sama dalam menyelesaikan satu item pekerjaan. Ini berarti bahwa dalam waktu yang sama dan pekerjaan yang sama, kelompok tenaga kerja dan alat menghasilkan produksi yang berbeda-beda sesuai dengan kemampuan tenaga kerja dan kapasitas alat yang dimiliki. Oleh karena itu untuk dapat bekerja bersama-sama dalam satu satuan waktu tertentu maka diperlukan suatu nilai produksi yang dapat dicapai oleh kedua kelompok tersebut. Nilai produksi yang dapat dicapai tersebut adalah produksi minimum (Q_m). Karena jika yang digunakan adalah produksi terbesar, maka salah satu dari kelompok tersebut tidak mencapai produksi terbesar itu. Karena itu produksi minimum inilah yang digunakan dalam perhitungan analisa harga satuan.

2.6 Jumlah Tenaga Kerja dan Peralatan

Jumlah tenaga kerja dan peralatan sangat mempengaruhi besarnya produksi, lamanya waktu penyelesaian dan biaya proyek yang harus dikeluarkan. Pada tiap-tiap item pekerjaan mempunyai jumlah tenaga kerja dan peralatan yang berbeda-beda karena koefisien dan produksi tiap item pekerjaan juga berbeda.

Formula yang digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja :

$$\text{Jumlah tenaga kerja (N)} = \frac{\text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Koefisien mandor}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Salah satu cara menghitung jumlah alat adalah :

1. Tentukan alat mana yang mempunyai produksi terbesar.
2. Asumsikan alat dengan produktivitas terbesar berjumlah satu.
3. Hitunglah jumlah alat jenis lainnya dengan selalu berpatokan pada alat dengan produktivitas terbesar.

Formula yang digunakan untuk menentukan jumlah alat :

$$\text{Jumlah peralatan (N)} = \frac{\text{Produksi minimum}}{\text{Produksi alat}} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.7 Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan

Waktu penyelesaian item pekerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume suatu item pekerjaan. Waktu penyelesaian merupakan hasil perbandingan antara volume pekerjaan dengan produksi minimum.

Formulanya adalah sebagai berikut :

$$W = \frac{V}{Q_m} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

- W = Waktu penyelesaian item pekerjaan (hari)
- V = Volume item pekerjaan (m³, m², m)
- Q_m = Produksi minimum (per-hari)

2.8 Waktu Kerja Efektif

Dalam Perjanjian kontrak, jangka waktu yang diberikan untuk menyelesaikan proyek dihitung berdasarkan hari kalender sedangkan dalam pelaksanaan di lapangan tidak semua hari kalender digunakan untuk bekerja, oleh karena adanya libur resmi, bolos atau pun karena alasan cuaca. Selain itu dalam kenyataan di lapangan tidak semua waktu yang ada dalam sehari dapat digunakan untuk bekerja. Banyak waktu yang dideteksi sebagai waktu yang terbuang atau hilang selama masa kerja, misalnya waktu untuk makan dan istirahat serta urusan pribadi lainnya. Berdasarkan hari kalender, satu minggu dengan 7 hari kalender dan satu bulan setara dengan 30 hari kalender. Hari atau jam kerja efektif adalah hari atau jam yang benar-benar digunakan untuk bekerja. Secara normal, hari untuk bekerja dalam satu minggu adalah 6 hari dan jam untuk bekerja dalam sehari adalah 8 jam. Dengan demikian maka waktu kerja efektif yang tersedia lebih sedikit jika dibandingkan dengan jangka waktu penyelesaian proyek yang ada dalam dokumen kontrak. Agar pelaksanaan pekerjaan dapat sesuai dengan jangka waktu telah ditetapkan, maka semua komponen yang terlibat dalam proyek terutama tenaga kerja dituntut bekerja sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dalam perencanaan.

2.9. Hubungan Antara Produksi, Waktu Penyelesaian Dan Koefisien

2.9.1. Hubungan Waktu Penyelesaian dan Produksi

Dalam sebuah proyek, waktu penyelesaian sangat ditentukan oleh kemampuan produksi dari tenaga kerja atau alat dan volume pekerjaan. Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang telah diselesaikan baik oleh tenaga kerja, peralatan maupun oleh keduanya. Sedangkan waktu penyelesaian adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume pekerjaan.

Hubungan antara produksi dan waktu penyelesaian dapat dilihat dalam persamaan sebagai berikut:

$$WP = V/Q \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Q_{min} = Q \times J_{ef} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

WP = waktu penyelesaian (hari)

Q_{min} = produksi minimum (hari)

J_{ef} = Jam kerja efektif

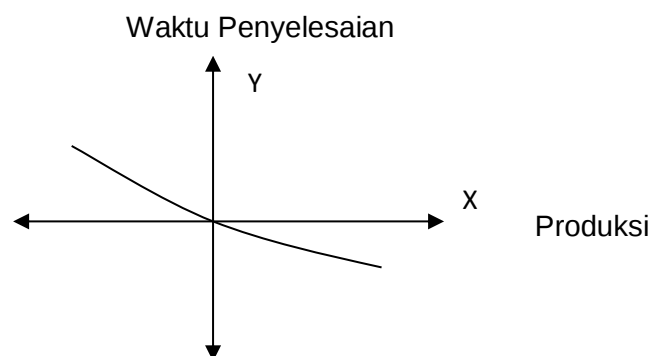
Persamaan matematika : $Y = a/x$

$$Y = a/x \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

Y = Waktu penyelesaian

X = Produksi

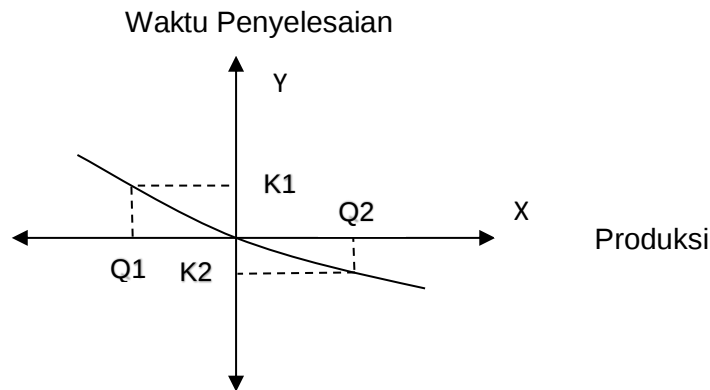


Grafik 2.1 Hubungan Produksi dan Waktu Penyelesaian

2.9.2 Hubungan Produksi dan Koefisien

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau kedua-duanya secara bersama-sama. Pengertian koefisien atau kuantitas adalah banyak sumber daya (tenaga

kerja, materia dan alat) yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerja. Dari grafik 2.1 dapat dijelaskan bahwa perubahan produksi akan mempengaruhi koefisien, jika produksi meningkat maka koefisien menurun begitupun sebaliknya jika produksi menurun maka koefisien meningkat. Hal ini dapat dilihat pada grafik 2.2, dimana jika nilai Q1 (produksi 1) semakin kecil maka K1 (koefisien 1) semakin besar dan jika Q2 (produksi 2) semakin besar maka K2 (koefisien 2) semakin kecil.



Grafik 2.3 Hubungan Produksi dan Koefisien

2.10 Biaya Proyek

Biaya proyek adalah besarnya dana yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan proyek mulai dari awal hingga akhir pelaksanaan proyek dan merupakan penjumlahan dari biaya-biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh item pekerjaan dan *fee*, *overhead* serta pajak. Biaya proyek merupakan dampak dari penggunaan sumber daya proyek yaitu tenaga kerja, alat dan material. Semakin besar penggunaan sumber daya tersebut, semakin besar pula biaya proyek. Biaya untuk penggunaan sumber daya proyek disebut biaya langsung, sedangkan biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendukung terlaksananya kegiatan-kegiatan yang memanfaatkan sumber daya yaitu *fee*, *overhead* dan pajak.

2.10.1 Biaya Langsung

Yang termasuk biaya langsung adalah :

a. Biaya tenaga kerja

Biaya ini digunakan untuk membiayai tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan. Biaya tenaga kerja tiap item pekerjaan diperoleh dari hasil perkalian antara volume pekerjaan dengan koefisien dan harga satuannya. Sedangkan biaya tenaga kerja

harian item pekerjaan merupakan produksi minimum dikalikan dengan koefisien dan harga satuannya. Formula biaya tenaga kerja adalah :

$$B_{tk} = V_i \times K_{Tij} \times H_j \dots\dots\dots (2.17)$$

$$B_{tk} \text{ Harian} = Q_M \times K_{Tij} \times H_j \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

- B_{tk} = biaya tenaga kerja total item pekerjaan
- $B_{tk} \text{ Harian}$ = biaya tenaga kerja harian item pekerjaan
- V_i = volume item pekerjaan yang bersangkutan
- K_{Tij} = koefisien tenaga kerja item pekerjaan bersangkutan
- H_j = harga satuan tenaga kerja
- Q_M = produksi minimum kelompok tenaga kerja

Jika koefisien tenaga kerja yang diperhitungkan mempunyai satuan jam, maka harga satuan tenaga kerja juga menggunakan satuan jam, sebaliknya jika koefisien tenaga kerja menggunakan satuan hari, maka harga satuan tenaga kerja menggunakan satuan hari. Jika koefisien tenaga kerja dihitung dengan satuan hari, dan harga satuan mempunyai satuan jam, maka formula 2.8 harus dikalikan dengan jam kerja efektif (J_{ef}) agar diperoleh biaya tenaga kerja harian. Formula 2.7 dan 2.8 merupakan formula teoritis yang biasa digunakan dalam perhitungan rencana anggaran biaya. Di lapangan, formula di atas dapat dimodifikasi berdasarkan jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Formula tersebut adalah

$$B_{tk} = W \times J_{tk} \times H_j \dots\dots\dots (2.19)$$

$$B_{tk} \text{ Harian} = J_{tk} \times H_j \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

- W = Waktu penyelesaian item pekerjaan dalam satuan hari
- J_{tk} = Jumlah tenaga kerja
- H_j = Harga satuan tenaga kerja dalam satuan hari

b. Biaya alat

Biaya alat total item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk membiayai peralatan dalam menyelesaikan item pekerjaan tersebut. Secara total biaya peralatan ini merupakan volume pekerjaan dikalikan dengan koefisien dan harga satuannya. Biaya peralatan harian item pekerjaan merupakan produksi minimum dikalikan dengan

koefisien dan harga stuannya, serta jam kerja efektif dalam satu hari. Formula untuk menghitung biaya alat adalah

$$B_p = V_i \times K_{Pij} \times H_j \dots\dots\dots (2.21)$$

$$B_p \text{ Harian} = Q_M \times K_{Pij} \times H_j \times J_{ef} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

- B_p = Biaya peralatan total item pekerjaan
- $B_p \text{ Harian}$ = Biaya perlatan harian item pekerjaan
- V_i = Volume item pekerjaan yang bersangkutan
- K_{Pij} = Koefisien peralatan item pekerjaan yang bersangkutan
- H_j = Harga satuan peralatan dalam jam
- Q_M = Produksi minimum dalam unit per-jam
- J_{ef} = Jam kerja efektif dalam sehari

Sama halnya dengan formula biaya tenaga kerja, formula biaya alat dapat dimodifikasi sesuai dengan kenyataan di lapangan. Formula tersebut adalah :

$$B_p = W \times J_P \times H_j \times J_{ef} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$B_p \text{ Harian} = J_P \times H_j \times J_{ef} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

- W = Waktu penyelesaian item pekerjaan dalam satuan hari
- J_P = Jumlah alat
- H_j = Harga satuan alata dalam satuan jam
- J_{ef} = Jam kerja efektif dalam satu hari

Dalam penggunaan formula-formula di atas, jika produksi minimum berasal dari alat yang bersangkutan maka hasil perhitungan dengan formula teoritis dan formula modifikasi adalah sama. Namun jika produksi minimum tidak berasal dari alat yang bersangkutan maka sebaiknya digunakan formula modifikasi.

c. Biaya material

Biaya material total item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk mengadakan dan mendistribusikan material untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut. Secara total biaya material ini merupakan volume pekerjaan dikalikan dengan koefisien dan harga satuannya. Biaya material harian item pekerjaan tersebut merupakan produksi minimum dikalikan dengan koefisien dan harga satuannya. Formula biaya material adalah

$$B_M = V_i \times K_{Mij} \times H_j \dots\dots\dots (2.25)$$

$$B_M \text{ Harian} = Q_M \times K_{Mij} \times H_j \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan :

- B_M = Biaya material total item pekerjaan
- $B_M \text{ Harian}$ = Biaya material harian item pekerjaan
- V_i = Volume item pekerjaan yang bersangkutan
- K_{Mij} = Koefisien material item pekerjaan yang bersangkutan
- H_j = Harga satuan material
- Q_M = Produksi minimum kelompok kerja

Berdasarkan kedua formula di atas dapat diketahui bahwa untuk mengendalikan biaya material maka hal yang harus dikendalikan adalah koefisien dan harga satuan tenaga kerja. Penggunaan material secara efektif dan efisien akan mempengaruhi koefisien dimana koefisien akan menjadi kecil sehingga biaya material semakin rendah.

2.10.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung atau biasa disebut biaya bukan manufaktur merupakan biaya yang tidak langsung digunakan untuk memproduksi barang atau jasa, namun sangat dibutuhkan untuk kelangsungan proses produksi tersebut. Yang termasuk biaya tidak langsung adalah biaya *overhead*, *fee* dan pajak yaitu biaya yang dikeluarkan untuk mendukung terselenggaranya pelaksanaan proyek. Biaya ini digunakan sebagai biaya untuk mendukung operasional manajemen perusahaan maupun manajemen proyek di lapangan. Biaya *overhead* dapat dikelompokkan sesuai dengan peruntukannya, misalnya untuk:

a. Gaji

Komponen gaji dibayarkan kepada manajemen proyek di lapangan, misalnya, untuk kepada proyek, supervisor dan staf-staf lain yang mendukung terselenggaranya kegiatan proyek. Pengeluaran biaya untuk gaji terjadi setiap bulan selama masa pelaksanaan proyek.

b. Akomodasi

Biaya ini dikeluarkan membiayai pembuatan atau sewa bangunan, baik untuk kantor maupun tempat tinggal.

c. Admonistrasi proyek

Biaya ini dikeluarkan untuk keperluan administrasi yang berhubungan dengan dokumentasi proyek, keuangan dan logistik.

d. Transportasi

Komponen biaya ini dikeluarkan untuk membiayai perjalanan atau transportasi selama masa pelaksanaan pekerjaan.

e. Rapat lapangan

Biaya untuk komponen ini dikeluarkan untuk memperlancar kegiatan rapat lapangan yang dilakukan secara rutin.

2.10.3 Total Biaya Proyek

Total biaya proyek merupakan akumulasi dari biaya langsung yaitu biaya tenaga kerja, alat dan material, serta biaya tidak langsung yaitu pajak, *fee* dan *overhead*. Total biaya ini merupakan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) yang dalam kenyataannya jumlah biaya tersebut harus lebih kecil dari rencana anggaran biaya yang ada dalam dokumen kontrak. Jika nilai RAP lebih kecil dari RAB maka perusahaan mengalami kerugian. Dengan demikian maka manajer proyek dituntut untuk melakukan perhitungan dengan teliti dan merencanakan penjadwalan yang baik dan teratur sehingga biaya pelaksanaan proyek tidak melampaui rencana anggaran biaya.

2.11 Metode- metode Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek dengan berbagai metode terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Metode-metode tersebut adalah *Bar Chart*, Kurva S, PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*), CPM (*Critical Path Method*), dan PDM (*Preseden Diagram Method*).

a. Metode Bar Chart

Pada tahun 1917 Hendri Lawrence Gantt memperkenalkan metode *Bart Chart* (Diagram Batang), atau lebih dikenal dengan nama *The Gantt Chart*. Tujuan dari diagram batang ini adalah untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam perencanaan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan waktu pelaporan. Penggambaran diagram batang terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom terdapat urutan kegiatan yang disusun secara berurutan. Baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa jam, hari, minggu, ataupun bulan. Penggambaran *Bart* (Batang) pada setiap baris kegiatan menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainya kegiatan. Keunggulan penggunaan diagram batang pada sistem penjadwalan adalah

mudah dibaca dan dimengerti karena bentuk grafisnya yang sederhana. Oleh karena itu *Bart Chart* sangat umum digunakan terutama pada tahap awal proyek dimana banyak terjadi perubahan-perubahan rencana. Sedangkan yang menjadi kelemahan dari *Bart Chart* terletak pada kurangnya penjelasan akan keterkaitan antar kegiatan, dan tidak dapat secara langsung memberikan informasi mengenai akibat-akibat yang akan terjadi bila ada suatu perubahan.

b. Kurva S

Kurva S pertama kali dikembangkan oleh Jenderal Warren T. Hannum. Disebut kurva S karena bentuknya yang menyerupai huruf S. Hal tersebut terjadi karena pada awal proyek (kegiatan persiapan) besarnya biaya yang dikeluarkan persatuan waktu cenderung rendah, kemudian meningkat cepat pada pertengahan proyek (kegiatan konstruksi), dan menurun atau rendah kembali pada akhir proyek (penyelesaian akhir). Pada proyek yang tidak terlalu banyak kegiatannya,, metode *bart chart* sering digunakan bersama-sama dengan kurva S sebagai pemantau biaya. Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih cepat dari yang direncanakan. Bobot kegiatan adalah nilai presentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

c. *Metode Programme Evaluation and Review Technique (PERT)*

Metode PERT dikembangkan oleh *Navy Special Project Office* yaitu biro proyek-proyek khusus angkatan laut Amerika Serikat pada tahun 1957. Metode ini bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik suatu jadwal. PERT pada prinsipnya adalah hubungan keergantungan antara bagian-bagian kegiatan yang digambarkan dalam bentuk *diagram network*. Dengan demikian dapat diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang harus didahulukan dan kegiatan mana yang harus menunggu selesainya kegiatan. Keunggulan metode PERT terletak pada hubungan ketergantungan kegiatan yang logis sehingga memungkinkan proyek dapat dikendaikan dan dikerjakan dengan prosedur yang jelas. Apabila ada sesuatu peristiwa yang terganggu, maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain. Sedangkan kelemahan metode ini terletak pada cara pembacaan, yaitu tidak semua level manajemen dapat membaca atau memahami dan dapat mengetahui kegiatan mana yang memerlukan perhatian

penuh agar proyek tersebut dapat selesai sesuai dengan rencana. Pada umumnya, penggunaan metode PERT saat ini adalah untuk perencanaan logis sebuah jadwal yang nantinya akan disempurnakan kembali dengan metode yang lebih baik, misalnya CPM atau PDM.

d. *Critical Path Method (CPM)*

Metode ini yang diterjemakan sebagai metode lintasan kritis ditemukan oleh perusahaan bahan-bahan kimia *Du Pon Company* (USA) pada tahun 1958. Pada dasarnya metode tersebut berbentuk diagram network yang hampir sama dengan PERT. Perbedaan mendasarnya adalah dalam penentuan perkiraan waktu, CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian pengawasan yang cermat agar kegiatan dapat selesai sesuai. Tujuan lintasan kritis pada metode ini adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan yang tingkat kepekaannya tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek apabila kegiatan tersebut terlambat. Kelemahan dari metode CPM adalah adanya penjadwalan yang menggunakan huruf *dummy* yang sering membingungkan pembacaan, selain itu metode ini juga menggunakan aturan ketergantungan kegiatan selesai mulai, artinya suatu kegiatan harus selesai terlebih dahulu baru kemudian dapat dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya.

e. *Preceden Diagram Method (PDM)*

Metode ini diperkenalkan oleh J. W. Fondahl dari universitas stanford USA pada awal dekade 60-an. PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian, *dummy* tidak diperlukan. Selain itu pada metode ini juga, sebuah kegiatan dapat dikerjakan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*) dan dengan demikian dapat mempercepat waktu selesainya pelaksanaan proyek.

2.12 Network Planning

Network Planning adalah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam *Network Diagram* (diagram jaringan kerja) proyek yang bersangkutan. Informasi tersebut mengenai sumber daya yang digunakan oleh kegiatan yang bersangkutan dan informasi mengenai pelaksanaannya. *Network Planning* merupakan suatu teknik pengelolaan yang

sangat berguna dalam sistim pengendalian proyek. Dengan menggunakan *network planning*, terbuka kesempatan untuk dapat mengawasi secara teliti kerangka kerja yang telah, sedang dan akan dijalankan. Jadi dari waktu permulaan sampai dengan akhir dari suatu penyelenggaraan proyek, proses kerja yang dikelola akan dapat diikuti perkembangannya, serta dengan cepat dapat diketahui apabila suatu waktu terjadi hambatan menyangkut hubungan antara berbagai kegiatan maupun waktu yang disediakan.

Tiga hal pokok yang menjadi perhatian definisi ini adalah :

1. Salah satu model yang dipakai dalam penyelenggaraan proyek.
2. Produk model ini adalah informasi mengenai kegiatan yang ada dalam model tersebut.
3. Yang diinformasikan adalah sumber daya yang dibutuhkan serta jadwal pelaksanaannya.

2.12.1 Persyaratan Dalam Network Planning

Agar aplikasi *Network Planning* dapat bermanfaat, harus dipenuhi beberapa syarat, antar lain :

a. Model harus lengkap

Untuk menggambarkan diagram yang lengkap, maka diperlukan informasi mengenai kegiatan yang diperlukan beserta sumber daya. Mungkin saja dengan pertimbangan tertentu, ada kegiatan yang tidak perlu dimasukkan dalam diagram. Disamping informasi tentang kegiatan, diperlukan juga informasi tentang sumber daya, agar dapat diketahui sumber daya yang siap pakai.

b. Model harus cocok

Kegiatan-kegiatan untuk menggambarkan penyelenggaraan proyek akan berbeda dari suatu proyek dengan proyek lain. Oleh sebab itu informasi yang tepat, sangat dibutuhkan untuk menggambarkan model yang cocok. Misalnya, model *Network Diagram* proyek gedung akan berbeda dengan proyek jalan ataupun jembatan. Jika metode pelaksanaan berbeda untuk jenis proyek yang sama, juga akan memungkinkan perbedaan model.

c. Asumsi yang dipakai harus tepat

Dalam penyelenggaraan proyek, sangat dibutuhkan metode dalam pelaksanaannya. Metode pelaksanaan ini disusun berdasarkan asumsi-asumsi yang ditetapkan oleh perancangan atau estimator, yang tentunya harus dipenuhi oleh pelaksana di lapangan. Jadi asumsi yang benar, serta tepat, akan sangat

mendukung keberhasilan *Network Diagram* ini. Asumsi-asumsi yang biasa harus dibuat antara lain: urutan-urutan kegiatan pelaksanaan pekerjaan, produksi tenaga kerja dan alat, serta hal-hal lain yang menyangkut waktu kerja (efektivitas penggunaan waktu).

d. Sikap pelaksana

Sikap pelaksanaan dalam memenuhi komitmen pekerjaan sangat menentukan keberhasilan pekerjaan. Walaupun perencanaan diagram ini sudah sangat tepat, tetapi pelaksana di lapangan tidak berusaha untuk memenuhi harapan dan asumsi-asumsi yang telah ditargetkan, maka keberhasilan tidak akan tercapai. Biasanya diadakan koordinasi antara perancang *Network Diagram* dengan pelaksana di lapangan agar target yang ditetapkan dalam asumsi dapat menjadi komitmen bersama.

2.12.2 Langkah-langkah penyusunan *Network Diagram*

a. Perencanaan

Tujuan utama dari perencanaan ini adalah, terciptanya suatu model yang dapat dipakai sebagai patokan selama penyelenggaraan proyek, yaitu berupa pelaksanaan berbagai kegiatan, penyediaan dan penggunaan sumber daya, serta penyusunan jadwal pelaksanaan yang sesuai dengan yang diminta oleh pemilik proyek.

Tahap-tahap perencanaan *Network Diagram* adalah sebagai berikut :

i. Inventarisasi Kegiatan

Kegiatan dalam inventarisasi adalah, menguraikan proyek menjadi kegiatan-kegiatan. Kegiatan-kegiatan ini dapat mengikuti item pekerjaan dalam dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB). Setiap kegiatan yang ada, dihitung penggunaan sumber dayanya. Pengetahuan akan kemampuan manajerial dan keuangan perusahaan, serta produksi tenaga kerja dan alat, akan sangat bermanfaat bagi langkah-langkah selanjutnya.

ii. Hubungan Antara Kegiatan

Kegiatan dalam tahap ini adalah, mencari dan menentukan hubungan antara kegiatan-kegiatan, sehingga dapat menciptakan penyelenggaraan proyek secara berkisanambungan. Hubungan yang menentukan adalah hubungan ketergantungan antara kegiatan, yang secara logika menuntut ketergantungan tersebut. Hubungan ini hanya berupa kegiatan apa yang didahului dan diikuti oleh kegiatan lainnya (kegiatan seri), serta kegiatan apa yang dapat dikerjakan secara bersama-sama (kegiatan paralel).

iii. Menyusun *Network Diagram*

Setelah hubungan setiap kegiatan ditentukan, maka dapat dirangkaikan berbagai kegiatan yang berkaitan, sehingga keseluruhan kegiatan tersebut menyusun jaringan kerja (*Network*), yang mencerminkan penyelenggaraan proyek secara keseluruhan. Jadi *Network Diagram* sesungguhnya merupakan rangkaian dari kegiatan-kegiatan yang menjadikan proyek secara utuh.

iv. Data kegiatan

Setelah *Network Diagram* tersusun, maka dicari data-data dari setiap kegiatan. Data-data tersebut meliputi, lamanya kegiatan (waktu), sumber daya yang dibutuhkan (tenaga kerja, material, peralatan dan uang). Lamanya kegiatan dihitung berdasarkan kemampuan produksi setiap kegiatan yang ada, yaitu banyaknya pekerjaan (volume) dibagi dengan produksi harian tiap item pekerjaan. Berdasarkan lamanya kegiatan ini, maka dapat dihitung penggunaan sumber dayanya, beserta waktu untuk distribusinya. Data-data ini sangat diperlukan untuk melengkapi penggambaran *network Diagram*.

v. Analisa waktu dan sumber daya

Tujuan analisa waktu adalah, untuk mengetahui kapan saat mulai dan saat selesai pelaksanaan setiap kegiatan, sehingga bila terjadi keterlambatan, dapat diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap kegiatan lain, dan selanjutnya ditetapkan tindakan apa yang harus diambil. Tujuan analisa sumber daya adalah, untuk mengetahui tingkat kebutuhan sumber daya setiap kegiatan, sehingga dapat diadakan didistribusikan secara tepat waktu, jumlah dan tempat.

vi. Batasan

Pada tahap ini diinventarisasikan batasan yang tidak boleh dilanggar, baik mengenai waktu maupun distribusi sumber daya. Umumnya batasan ini terjadi pada lintasan rangkaian kegiatan tertentu saja.

vii. Penyempurnaan (leveling)

Pada tahap ini dilakukan usaha pemecahan masalah yang timbul akibat tidak sesuainya keadaan ideal (tahap 1 sampai 5) dengan batasan-batasan yang berlaku (tahap 6)

b. Pelaksanaan

Bila perencanaan telah selesai, maka model (*Network Diagram*) tersebut dipakai pada proses pelaksanaan proyek. Pengendalian terhadap rancangan ini, dilakukan melalui pelaporan kemajuan proses pelaksanaan tiap kegiatan, sesuai dengan kegiatan-kegiatan yang ada dalam *Network Diagram*. Pengendalian ini harus dilakukan secara

rutin, agar jika terjadi penyimpangan dapat diketahui, untuk segera diambil tindakan perbaikan, terutama pada kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Pengendalian ini ditujukan untuk mengendalikan pemanfaatan waktu dan sumber daya penyelenggaraan proyek lainnya.

c. Penyesuaian

Penyesuaian dilakukan karena tidak tepatnya asumsi yang dipakai pada saat perencanaan yang disebabkan oleh berbagai alasan. Proses penyesuaian ini dilakukan terhadap kegiatan yang mengalami penyimpangan terhadap penggunaan waktu dan sumber daya lain. Mungkin saja penyesuaian terhadap satu kegiatan akan berdampak pada kegiatan lainnya. Oleh sebab itu ketika ada penyesuaian terhadap satu kegiatan, maka harus dilihat dampaknya terhadap keseluruhan kegiatan yang ada dalam *Network Diagram*, khususnya kegiatan-kegiatan yang berkaitan dan saling tergantung.

2.12.3 Network Diagram

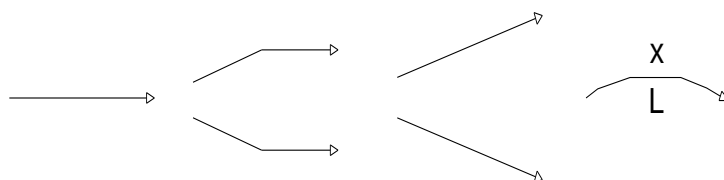
Network Diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *Network Planning*. *Network Diagram* merupakan jaringan kerja berisi lintasan-lintasan kegiatan, dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan *Network Diagram*, dapat diketahui hubungan antara kegiatan, sehingga apabila salah satu kegiatan mengalami keterlambatan, dapat diketahui dengan cepat pengaruhnya pada kegiatan yang lain. *Network Diagram* ini juga dapat memperlihatkan kegiatan mana saja yang kritis, sehingga dapat ditentukan skala prioritas dalam penanganan proyek tersebut.

Hal-hal yang perlu diketahui dalam *Network Diagram* adalah sebagai berikut :

a. Simbol-simbol yang digunakan

Simbol-simbol yang digunakan dalam *Network Diagram* adalah :

i. Anak panah, yang melambangkan kegiatan

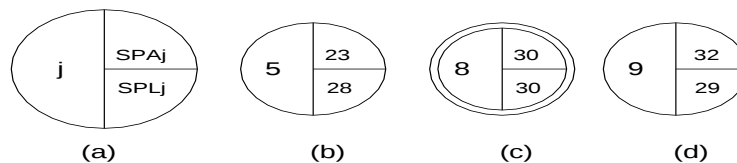


Gambar 2.1 Simbol anak panah dalam Network Diagram

Keterangan gambar :

1. Sebuah anak panah, melambangkan sebuah kegiatan, dan sebaliknya.

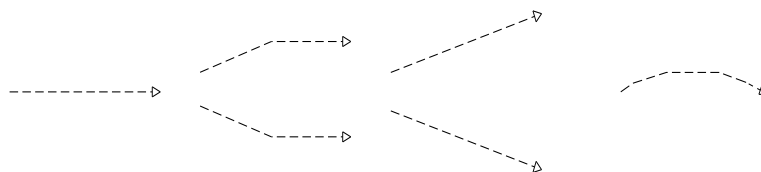
2. Anak panah digambarkan dengan ekor di bagian kiri dan kepala anak panah di bagian kanan.
 3. Nama kegiatan (X), dicantumkan di atas
 4. Lama kegiatan (L), dicantumkan di bawah
 5. Ekor anak panah melambangkan awal kegiatan
 6. Kepala anak panah melambangkan akhir kegiatan
 7. Satuan waktu, yang digunakan secara umum adalah "hari"
 8. Panjang anak panah tidak melambangkan lamanya kegiatan
 9. Dalam penggambaran, usahakan agar anak panah tersebut, tidak saling berpotongan
- ii. Lingkaran, yang melambangkan peristiwa



Gambar 2.2 Simbol lingkaran dalam Network Diagram

Keterangan gambar :

1. Sebuah lingkaran melambangkan sebuah peristiwa dan sebaliknya
 2. j, merupakan nomor peristiwa
 3. SPAj, merupakan saat paling awal peristiwa j, mungkin terjadi
 4. SPLj, merupakan saat paling lambat peristiwa j, mungkin terjadi
 5. Peristiwa dengan $SPA_j < SPL_j$, (gambar b) disebut peristiwa normal
 6. Peristiwa dengan $SPA_j = SPL_j$, (gambar c) disebut peristiwa kritis, dan digambarkan dengan 2 garis lingkaran.
 7. Peristiwa dengan $SPA_j > SPL_j$, (gambar d) disebut peristiwa superkritis.
- Hal ini menunjukkan bahwa proyek tidak akan selesai
- iii. Anak panah terputus-putus, yang melambangkan hubungan antara dua peristiwa



Gambar 2.3 Simbol anak panah terputus-putus dalam Network Diagram

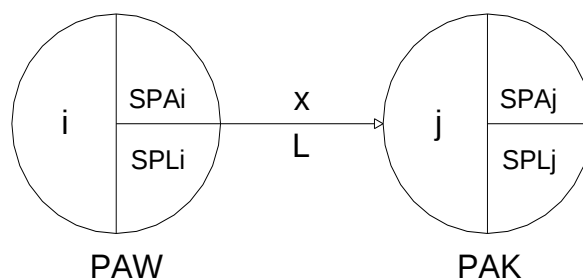
Keterangan gambar :

1. Disebut kegiatan semu (*dummy*)
2. Pada dasarnya merupakan sama dengan kegiatan, hanya pada kegiatan semu ini tidak membutuhkan waktu dan sumber daya lainnya
3. Diperlukan untuk menjaga dan menyatakan logika ketergantungan kegiatan yang patut diperhatikan

b. Hubungan antar simbol

- i. Hubungan antara anak panah dan lingkaran

Contoh :



Gambar 2.4 Hubungan antara anak panah dan lingkaran

Gambaran kasus :

Terdapat sebuah kasus peristiwa awal (PAW) dengan sebuah kegiatan keluar dari padanya. Sebuah peristiwa akhir (PAK) dengan sebuah kegiatan menuju padanya. Ada sebuah kegiatan yang terletak diantara dua peristiwa.

Pengertian :

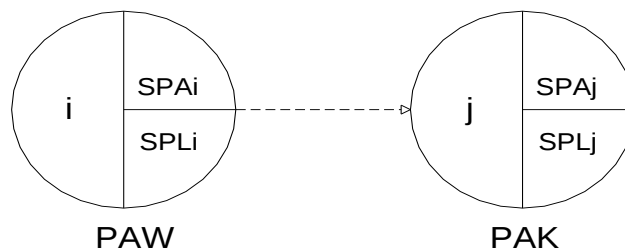
- | | |
|------|--|
| PAW | = Peristiwa awal |
| PAK | = Peristiwa akhir |
| i | = Nomor peristiwa awal |
| j | = Nomor peristiwa akhir |
| SPAi | = Saat paling awal peristiwa i mungkin terjadi |
| SPLi | = Saat paling lambat peristiwa i boleh terjadi |
| SPAj | = Saat paling awal peristiwa j mungkin terjadi |
| SPLj | = Saat paling lambat peristiwa j boleh terjadi |
| X | = Nama kegiatan |
| L | = Lamanya kegiatan |

Tafsiran :

1. Bila i terjadi, maka X bisa mulai

2. Bila X mulai, maka i pasti terjadi
 3. Bila X selesai, maka j pasti terjadi
 4. Bila j terjadi, maka X pasti selesai
- ii. Hubungan antara anak panah terputus-putus dan lingkaran

Contoh :



Gambar 2.5 Hubungan antara anak panah terputus-putus dan lingkaran

Gambaran kasus :

Terdapat sebuah peristiwa awal (PAW) dengan *dummy* keluar dari padanya. Sebuah peristiwa akhir (PAK) dengan *dummy* menuju padanya. Ada sebuah *dummy* (kegiatan semu) yang terletak diantara dua peristiwa.

Pengertian :

- | | |
|------|--|
| PAW | = Peristiwa awal |
| PAK | = Peristiwa akhir |
| i | = Nomor peristiwa awal |
| j | = Nomor peristiwa akhir |
| SPAi | = Saat paling awal peristiwa i mungkin terjadi |
| SPLi | = Saat paling lambat peristiwa i boleh terjadi |
| SPAj | = Saat paling awal peristiwa j mungkin terjadi |
| SPLj | = Saat paling lambat peristiwa j boleh terjadi |

Tafsiran :

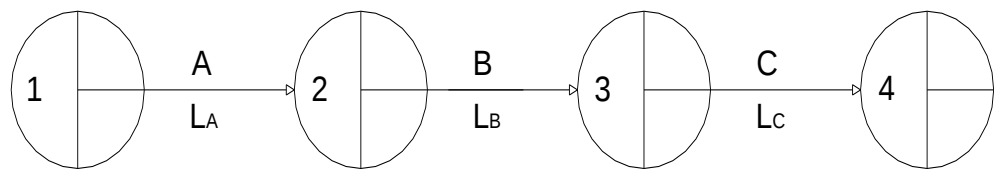
1. Bila i terjadi, maka j pasti terjadi
2. Bila j terjadi, maka i pasti terjadi

c. Hubungan antar kegiatan

i. Hubungan seri

Antara dua kegiatan terdapat hubungan seri, bila sebuah kegiatan tidak dapat mulai dikerjakan jika kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan.

Contoh :



Gambar 2.6 Hubungan seri kegiatan

Gambaran :

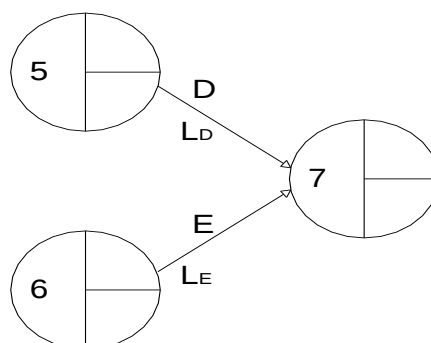
1. Bila peristiwa 1 terjadi, maka kegiatan A bisa mulai
2. Bila kegiatan A selesai, maka peristiwa 2 terjadi
3. Bila peristiwa 2 terjadi, maka kegiatan B bisa mulai
4. Bila kegiatan B selesai, maka peristiwa 3 terjadi, dan seterusnya.

Penjelasan :

- a. Kegiatan C tidak bisa dimulai, bila peristiwa 3 belum terjadi dan kegiatan B belum selesai. Bila kegiatan B selesai, maka peristiwa 3 terjadi, dan kegiatan C bisa mulai. Dengan demikian kegiatan B dan C adalah seri langsung.
 - b. Kegiatan C tidak bisa dimulai, bila kegiatan A belum selesai. Bila kegiatan A selesai, belum tentu kegiatan C bisa dimulai. Dengan demikian kegiatan A dan C adalah seri tidak langsung.
- ii. Hubungan paralel

Antara dua kegiatan terdapat hubungan paralel, bila untuk memulai dan atau mengakhiri sebuah kegiatan, tidak perlu menunggu kegiatan mulai atau selesai.

Contoh :



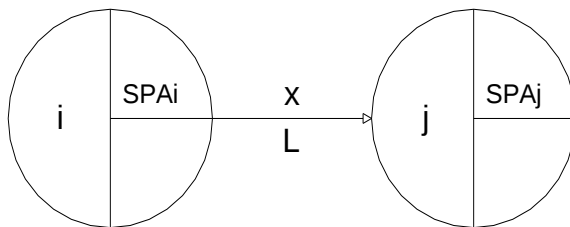
Gambar 2.7 Hubungan paralel kegiatan

Penjelasan :

1. Peristiwa 7 adalah peristiwa akhir bersama bagi kegiatan D dan E
 2. Syarat terjadi peristiwa 7 adalah, bila kegiatan D dan E selesai, baik secara bersama maupun tidak.
 3. Jadi untuk memulai atau menyelesaikan kegiatan C tidak perlu menunggu kegiatan E mulai atau selesai dan sebaliknya.
- Dengan demikian, maka kegiatan D dan E adalah paralel.

2.12.4 Analisa Waktu Dalam *Network Diagram*

- a. Menghitung Saat Paling Awal (SPA)



Gambar 2.8 Saat Paling Awal (SPA)

Persamaan :

$$SPA_j = SPA_i + L \dots\dots\dots (2.27)$$

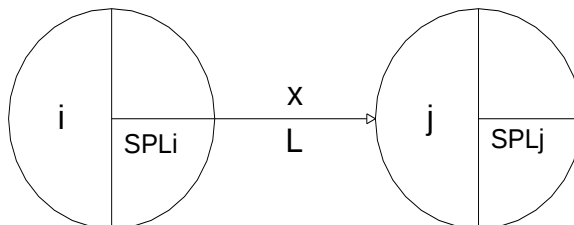
Untuk menghitung sebuah kegiatan menuju ke sebuah peristiwa

$$SPA_i = (SPA_{in} + L_n) \text{ maks} \dots\dots\dots (2.28)$$

Untuk menghitung beberapa kegiatan menuju ke sebuah peristiwa

Saat paling awal peristiwa terawal ditetapkan 0. Perhitungan selanjutnya dilakukan secara menuju.

- b. Menghitung Saat Paling Lambat (SPL)



Gambar 2.9 Saat Paling Lambat (SPL)

Persamaan:

$$SPL_i = SPL_j - L \dots\dots\dots (2.29)$$

Untuk menghitung sebuah kegiatan menuju ke sebuah peristiwa

$$SPL_i = (SPL_{jn} - L_n) \min \dots\dots\dots (2.30)$$

Untuk menghitung beberapa kegiatan menuju ke sebuah peristiwa.

Saat paling lambat peristiwa paling akhir adalah sama dengan saat paling awalnya. Perhitungan selanjutnya dilakukan secara mundur. sebagai kontrol, maka SPL peristiwa terawal adalah sama dengan SPA-nya, yaitu 0

c. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis, dan *dummy* (jika ada). Ketentuan sebuah lintasan kritis adalah :

1. Umur lintasan kritis sama dengan umur proyek
2. Lintasan kritis adalah lintasan yang paling lama masa pelaksanaannya dari semua lintasan yang ada.

2.12.5 Tenggang Waktu Kegiatan (*Activity Float*)

Tenggang waktu kegiatan adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan kegiatan. Dengan ukuran ini, dapat diketahui karakteristik pengaruh keterlambatan terhadap penyelenggaraan proyek dan terhadap pola kebutuhan sumber daya.

a. Syarat Menghitung Tenggang Waktu Kegiatan

Syarat Menghitung Tenggang Waktu Kegiatan adalah :

1. Telah ada *Network Diagram* yang tepat, yaitu *Network Diagram* yang terdiri dari kegiatan, peristiwa dan *dummy* (jika diperlukan), yang hubungan logika antara kegiatannya memenuhi persyaratan.
2. Perkiraan lamanya masing-masing kegiatan telah ditentukan.
3. SPA dan SPL telah dihitung.

b. Macam-macam Tenggang Waktu

Terdapat 3 macam tenggang waktu kegiatan, yaitu :

1. Total Float (TF)

Total Float atau Kambang Total adalah, jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPL_j) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPA_i).

Persamaan:

$$TF = SPLj - L - SPAi \dots\dots\dots (2.31)$$

2. Free Float (FF)

Free Float atau Kambang Bebas adalah, jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (SPAj) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPAi).

Persamaan:

$$FF = SPAj - L SPAi \dots\dots\dots (2.32)$$

3. Independent Float (IF)

Independent Float adalah, jangka waktu antara paling awal peristiwa akhir (SPAj) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya (SPLi).

Persamaan:

$$IF = SPAj - L - SPLi \dots\dots\dots (2.33)$$

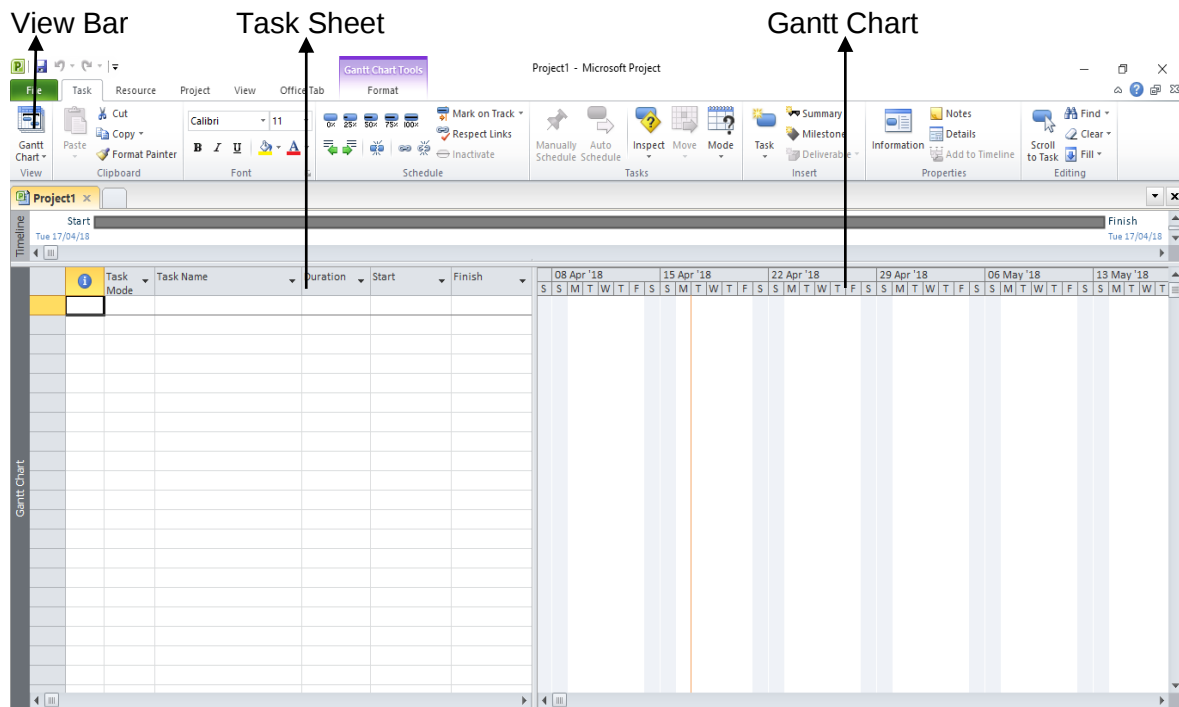
2.13 Microsoft Office Project (MOP) 2010

Microsoft project merupakan suatu program komputer yang banyak digunakan untuk menyusun rencana kerja sebuah proyek konstruksi. Kelebihan dari program ini adalah :

- a. Membantu pembuatan jadwal kerja proyek dan jadwal sumber daya dengan lebih cepat dan teliti, dengan tampilan *gant chart* (diagram batang), *network diagram* beserta lintasan kritis yang terajadi.
- b. Mampu membuat perhitungan terhadap biaya penggunaan sumber daya (tenaga kerja, alat, dan material) dengan cepat dan teliti. Hasil perhitungan biaya yang ditampilkan adalah total biaya proyek, biaya masing-masing sumber daya pada setiap item pekerjaan dan biaya item pekerjaan pada masing-masing sumber daya yang digunakan.
- c. Kesesuaian antara pelaksanaan pekerjaan dengan jadwal kerja dapat diketahui dengan mudah sehingga perubahan-perubahan maupun penyimpangan-penyimpangan yang terjadi di lapangan dapat diatasi dengan lebih cepat.

2.13.1 Lingkup Kerja Microsoft Project

Microsoft project memiliki berbagai tampilan lembar kerja yaitu:



Gambar 2.10 Lembar Kerja Gantt Chart

View bar merupakan jendela kerja yang memungkinkan pemakai program untuk pindah dari satu lembar kerja ke lembar kerja yang lain. Jendela view bar terdiri dari beberapa tabulasi diantaranya adalah :

1. *Calender*

Calender merupakan mekanisme jadwal yang menentukan waktu kerja untuk sumber daya dan kegiatan. *Calender* digunakan untuk menentukan ketersediaan sumber daya, yaitu menentukan kapan dan berapa banyak waktu sumber daya yang dapat dijadwalkan untuk perencanaan pekerjaan dan jalannya pekerjaan yang harus dijadwalkan. Empat tipe *Calender* yang dipakai dalam *Microsoft Project* adalah *Base Calender*, *Project Calender*, *Resource Calender*, dan *Task Calender*.

2. *Gantt Chart*

Gantt Chart adalah grafik batang horizontal yang menggambarkan rangkaian tugas suatu proyek. Melalui grafik ini dapat dilakukan perencanaan dan pemantauan atas tugas-tugas proyek.

3. *Network Diagram*

Network Diagram merupakan lembar kerja yang menampilkan diagram jaringan kerja yang dikerjakan secara otomatis oleh *Microsoft Project* setelah semua data yang diperlukan diisi. *Layout network diagram* dapat dimodifikasi sesuai keinginan, misalnya untuk menampilkan lintasan kritis pada kegiatan.

4. *Resource Sheet*

Resource Sheet merupakan lembar kerja sumber daya dan diisi dengan nama sumber daya, satuan, jumlah dan biaya.

5. *Resource Usage*

Resource Usage merupakan lembar kerja yang menampilkan berbagai laporan tentang sumber daya yaitu biaya penggunaan sumber daya, ringkasan pemakaian sumber daya dalam proyek, waktu atau jadwal kerja dari penggunaan sumber daya, dan jam kerja dari masing-masing sumber daya.

6. *Resource Form*

Resource Form merupakan lembar kerja yang menampilkan bentuk sumber daya.

7. *Resource Graph*

Resource Graph merupakan lembar kerja sumber daya. Penggunaan sumber daya yang melebihi beban (*overlocated*) dapat dilihat pada grafik tersebut.

8. *Task Usage*

Task Usage merupakan lembar kerja yang menampilkan tabel yang berisi informasi tentang kemajuan proyek, baik ditinjau dari jadwal kerja, biaya, maupun presentase penyelesaian pekerjaan.

9. *Task Form*

Task Form merupakan lembar kerja yang menampilkan formulir tugas pada suatu kegiatan.

10. *Task Sheet*

Task Sheet memiliki beberapa kolom yang terdiri dari :

a) *Task Mode* (Mode tugas)

b) *Task Name* : Kolom ini diisi dengan item-item pekerjaan proyek.

c) *Duration* yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Kolom ini berisikan lamanya kegiatan yang dilakukan, satuannya adalah mo (*month* : bulan), w (*weeks* : minggu), d (*days* : hari), h (*hours* : jam), dan m (*minutes* : menit).

d) *Start* yaitu tanggal kapan kegiatan dimulai. Untuk pengisian tanggal di mulainya proyek, hanya dilakukan satu kali yaitu pada awal proyek. Sedangkan untuk tanggal mulanya pekerjaan-pekerjaan akan terisi sendiri dengan acuan nilai durasi yang telah dimasukkan.

e) *Finish* yaitu tanggal selesainya kegiatan. Kolam ini terisi secara otomatis dengan kapan kegiatan tersebut akan berakhir jika telah ditentukan durasi dari kegiatan tersebut.

- f) *Predecessors* adalah suatu kegiatan yang harus dimulai atau selesai sebelum kegiatan pada baris ini dilaksanakan. Kolom ini diisi dengan nomor baris dan jenis hubungan ketergantungan.
- g) *Resources Name* adalah nama-nama sumber daya yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan tersebut. Kolom ini digunakan untuk mengisi sumber daya yang digunakan beserta jumlahnya.

11. *Team Planner*

Team Planner merupakan lembar kerja yang menampilkan perencanaan suatu proyek.

12. *Timeline*

Timeline merupakan lembar kerja yang menampilkan rentangan waktu suatu proyek.

13. *Tracking Gantt*

Tracking Gantt merupakan lembar kerja yang menampilkan tabel yang berisi informasi tentang kemajuan proyek, baik ditinjau dari jadwal kerja, biaya, maupun presentase penyelesaian pekerjaan.

2.13.2 Input Data

Penjadwalan proyek dengan menggunakan program *Microsoft Office Project* memerlukan beberapa input data, antara lain : tanggal dimulainya proyek, daftar item pekerjaan, durasi pekerjaan, daftar tenaga kerja, alat dan material beserta harga satuannya.

a. Tanggal dimulainya proyek

Data ini diambil dari dokumen kontrak dan harus diisi terlebih dahulu jika ingin membuat jadwal proyek dengan *Microsoft Project*. Jika data ini maka *Microsoft Project* akan mengisinya dengan tanggal hari ini (*up date*). Setelah pengisian tanggal mulainya proyek serta nilai durasi dan hubungan ketergantungan antara pekerjaan, maka akan dapat diketahui kapan proyek tersebut akan berakhir.

b. Daftar item pekerjaan

Langkah kedua setelah pengisian tanggal dimulainya proyek adalah mengisi jenis-jenis pekerjaan yang merupakan bagian utama dari proses penjadwalan dengan *Microsoft Project*. Apabila bagian ini sudah selesai maka bagian lain baru dapat dilakukan. Pengisian data ini dilakukan pada jendela *Gantt Chart*.

c. Durasi pekerjaan

Durasi pekerjaan merupakan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan. Pengisian data ini dilakukan secara manual setelah dilakukan

perhitungan di luar *Microsoft Project*. Perhitungan durasi pekerjaan ini didasarkan pada produksi tenaga kerja atau alat dan banyaknya pekerjaan (volume pekerjaan).

d. Daftar tenaga kerja, peralatan dan harga satuan

Data ini diperoleh dari analisa harga satuan pada rencana anggaran biaya proyek. Banyaknya tenaga kerja dan peralatan yang digunakan dalam menyelesaikan satu item pekerjaan sangat mempengaruhi lamanya penyelesaian pekerjaan atau durasi dan juga mempengaruhi biaya. Data ini diisi pada lembar kerja *resource sheet* atau lembar kerja sumber daya.

e. Daftar material dan harga satuan

Data ini berisi material-material yang digunakan dalam menyelesaikan tiap item pekerjaan dan diperoleh dari analisa harga satuan pada rencana anggaran biaya proyek. Data ini juga pada lembar kerja sumber daya (*resource sheet*).

2.13.3 Out Put

Input data yang telah diisi secara manual akan diproses oleh komputer dan akan menghasilkan digram batang (*Bart Chart*), diagram jaringan kerja (*Network Diagram*), lintasan kritis, biaya penggunaan tenaga kerja, alat dan material pada masing-masing item pekerjaan maupun biaya pekerjaan pada masing-masing sumber daya tersebut. Jadwal dan kerja biaya yang telah dihasilkan oleh komputer dapat disimpan sebagai *Baseline* sehingga dapat dilakukan perbandingan antara pelaksanaan di lapangan dengan rencana kerja yang telah disimpan tersebut.

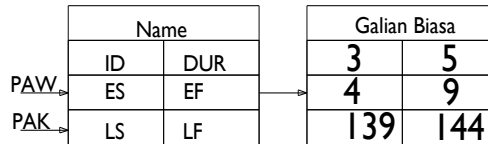
a. Diagram Batang (*Bart Chart*)

Diagram batang akan digambar sesuai dengan durasi kegiatan yang bersangkutan. Pada saat pengisian jenis kegiatan proyek, durasi yang diberikan adalah 1 hari dan penggambaran diagram batang disesuaikan dengan durasi tersebut. Diagram batang akan tergambar dengan jelas setelah pengisian durasi kegiatan dan hubungan ketergantungan antara kegiatan. Durasi dari kegiatan pokok atau utama (*Summary Task*) merupakan penjumlahan dari durasi setiap pekerjaan yang merupakan bagian dari pekerjaan utama tersebut (*Sub Task*). Durasi pada pekerjaan utama akan terisi secara otomatis setelah pengisian durasi dari masing-masing kegiatan sub.

b. Diagram Jaringan Kerja (*Network Diagram*)

Diagram jaringan kerja akan digambar secara otomatis oleh *Microsoft Project* setelah pengisian data-data. Dalam kotak tugas pada jaringan diagram jaringan kerja terdapat beberapa informasi diantaranya tanggal mulai dan selesai suatu pekerjaan, durasi dan persen penyelesaian pekerjaan tersebut. Setiap kotak tugas akan dihubungkan oleh

simbol anak panah sesuai dengan urutan pekerjaan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Namun informasi-informasi dalam kotak tugas dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah contoh tampilan *network diagram* pada *Microsoft Office Project*:



Gambar 2.11 Tampilan *Network Diagram* MOP

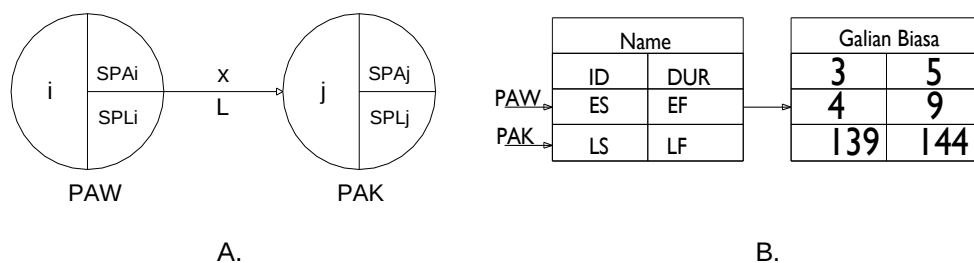
Keterangan:

- Name : Nama Kegiatan
ID : Nomor Peristiwa
DUR : Lamanya Kegiatan
ES : Saat Paling Cepat Mulai kegiatan
EF : Saat Paling Cepat Selesai Kegiatan
LS : Saat Paling Lambat Mulai Kegiatan
LF : Saat Paling Lambat Selesai Kegiatan
→ : Anak Panah Sebagai penunjuk Arah Item Pekerjaan
PAW : Peristiwa awal
PAK : Peristiwa akhir

Berdasarkan gambar 2.11 dapat dilihat bahwa out put *microsoft office project* berbeda dengan teori *network diagram* yang ada, akan tetapi maksud dan tujuannya sama.

Contoh:

Kesesuaian teori *network diagram* dengan Out put MOP



Gambar 2.12 Teori *Network Diagram* dan Out Put MOP

Keterangan:

X sama dengan Name	: Nama Kegiatan atau Item Pekerjaan
i dan j sama dengan ID	: Nomor Peristiwa
L sama dengan DUR	: Lamanya Kegiatan
SPAi sama dengan ES	: Saat Paling Awal Peristiwa i mungkin terjadi
SPLi sama dengan EF	: Saat Paling Lambat Peristiwa i boleh terjadi
SPAj sama dengan LS	: Saat Paling Awal Peristiwa j mungkin terjadi
SPLj sama dengan LF	: Saat Paling Lambat Peristiwa j boleh terjadi
→	: Anak Panah Sebagai penunjuk Arah Item pekerjaan
PAW	: Peristiwa awal
PAK	: Peristiwa akhir

Berdasarkan gambar 2.12 terlihat bahwa tampilan out put *microsoft office project* berbeda dengan teori *netwok digram* yaitu *microsoft office project* berbentuk kotak dan menjelaskan satu kegiatan dalam satu kotak sedangkan teori *network diagram* berbentuk bulat dan menjelaskan satu kegiatan dengan dua bulatan yang dihubungkan oleh sebuah anak panah. Akan tetapi memiliki maksud dan tujuan yang sama.

c. Lintasan Kritis

Lintasan kritis memiliki arti penting dalam pengelolaan proyek karena lintasan kritis merupakan waktu atau durasi penentu penyelesaian proyek. Penundaan atau keterlambatan tugas dalam kategori lintasan kritis menyebabkan penundaan penyelesaian proyek sesara keseluruhan. Keterlambatan tugas dalam kategori non kritis tidak akan menunda penyelesaian proyek selama keterlambatan tersebut masih dalam batas waktu luang dari penyelesaian kegiatan tersebut. Lintasan kritis dapat ditampilkan pada lembar kerja *Gangtt Chart* maupun pada diagram jaringan kerja dengan memilih warna huruf yang berbeda dengan kegiatan - kegiatan non-kritis.

d. Biaya penggunaan tenaga kerja, alat dan material pada masing-masing item pekerjaan

Setelah proses pengisian seluruh data yang diperlukan selesai maka *Microsoft Project* akan menghitung biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan pada proyek tersebut. Pada lembar kerja *Task Usage*, *Microsoft Project* akan menampilkan tabel yang berisi jenis-jenis pekerjaan dengan rincian biaya untuk masing-masing sumber daya yang digunakan. Tabel tersebut bersis total biaya dari setiap pekerjaan yang merupakan penjumlahan dari biaya untuk masing-masing sumber daya yang digunakan.

- e. Biaya tiap item pekerjaan pada masing-masing sumber daya

Pada lembar kerja *resource usage*, *Microsoft Project* akan menampilkan berbagai tabel yang berisi tinjauan dari masing-masing pekerjaan. Salah satu tabel tersebut adalah tabel *Cost* yang berisi perincian penggunaan sumber daya dan rincian biaya pada masing-masing pekerjaan.

2.13.4 Prinsip Kerja

Prinsip-prinsip kerja *Microsoft Office Project* adalah :

- a. Durasi

Durasi pekerjaan hanya diisi pada pekerjaan-pekerjaan yang menjadi bagian (*sub task*) dari pekerjaan utama (*summary task*), sedangkan durasi pekerjaan utama akan terisi secara otomatis dan merupakan hasil penjumlahan dari sub pekerjaan tersebut dan penjumlahan ini terjadi setelah proses pengisian *predecessor*. Sebelum pengisian *predecessor*, nilai durasi pekerjaan utama akan terisi dengan durasi terpanjang dari pekerjaan sub.

- b. Biaya

Perhitungan biaya dilakukan secara otomatis oleh program setelah semua data yang diperlukan diisi. Perhitungan biaya ini didasarkan pada dua jenis yaitu *resource cost* (biaya sumber daya) yaitu tenaga kerja, alat dan material dan *fixed cost* (biaya tetap). *Resource cost* adalah biaya yang diperoleh berdasarkan perhitungan antara *standart rate* (harga satuan sumber daya), *overtime rate* (tarif lembur), *cost/use* (harga pekerjaan borongan) dikalikan dengan jumlah jam kerja pada kolom durasi untuk masing-masing pekerjaan. Perhitungan biaya ini juga didasarkan pada jenis kalender yang digunakan. Sedangkan *fixed cost* adalah biaya tetap yang diisi secara manual setelah dilakukan perhitungan di luar *Microsoft Project*. Apabila *fixed cost* mengalami perubahan, baik pengurangan maupun penambahan, *Microsoft Project* tidak dapat menyesuaikan secara otomatis, karena itu perlu dilakukan edit secara manual. *Microsoft Project* mampu memberikan data biaya penggunaan masing-masing sumber daya per item pekerjaan per hari yang terdiri dari biaya rencana maupun biaya pelaksanaan pada hari tersebut (*actual cost*) apabila telah diisi laporan tentang produksi yang dihasilkan pada hari tersebut sehingga dapat diketahui sisa biaya dari item pekerjaan tersebut.

- c. Waktu Kerja

Microsoft Project menghitung waktu kerja efektif per hari untuk menyelesaikan satu item pekerjaan dan satuan yang digunakan adalah jam. Perhitungan ini didasarkan

pada waktu kerja per hari dari tenaga kerja yang digunakan sesuai dengan jam kerja efektif yang telah ditentukan terlebih dahulu. Jam kerja efektif dalam satu hari ditentukan berdasarkan asumsi yang mana telah diperhitungkan waktu istirahat untuk makan para pekerja serta urusan pribadi lainnya.

d. Lintasan Kritis

Lintasan kritis memiliki arti penting dalam pengelolaan proyek karena lintasan kritis merupakan waktu atau durasi penentu penyelesaian proyek. Penundaan atau keterlambatan pekerjaan kategori lintasan kritis menyebabkan penundaan pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Keterlambatan pekerjaan dalam kategori lintasan non-kritis tidak akan menunda penyelesaian proyek. Penentuan lintasan kritis dilakukan secara otomatis oleh komputer yang didasarkan pada metode lintasan kritis atau *Critical Path Method* (CPM) yaitu metode yang digunakan untuk menghitung total dari durasi suatu proyek yang didasarkan pada durasi masing-masing item pekerjaan atau task dan penataan hubungan antar pekerjaan atau *predecessor*. Jadi yang mempengaruhi lintasan kritis adalah durasi pekerjaan dan hubungan antar pekerjaan. Oleh karena itu untuk mengurangi lintasan kritis maka perlu diadakan perhitungan ulang pada durasi atau penataan kembali hubungan pekerjaan atau kegiatan.

2.14 Percepatan (*crashing*)

a. Durasi Normal

Durasi berkaitan erat dengan alokasi sumber daya manusia, peralatan, biaya, dan lain-lain. Dalam praktek di lapangan, durasi ditetapkan berdasarkan pengalaman dan perkiraan subjektif dari perencana atau kontraktor. Salah satu hal penting dari jadwal penyelesaian proyek yang bersangkutan. Oleh karena itu durasi dinyatakan dalam satu interval waktu dengan batas bawah merupakan nilai durasi tercepat yang sudah tidak mungkin lagi dilakukan dalam penyelesaian satu aktivitas dan batas atas adalah nilai durasi yang paling lama yang tidak mungkin lagi untuk diambil dalam penyelesaian suatu aktivitas.

Durasi normal dapat ditentukan dari banyaknya tenaga kerja yang ada di lapangan dan produktivitas kerja yang dapat dihasilkan satuan hari. Tenaga kerja yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi sangat tergantung pada banyak faktor seperti jenis dan volume konstruksi, tingkat keahlian, peralatan yang digunakan dan kondisi di lapangan.

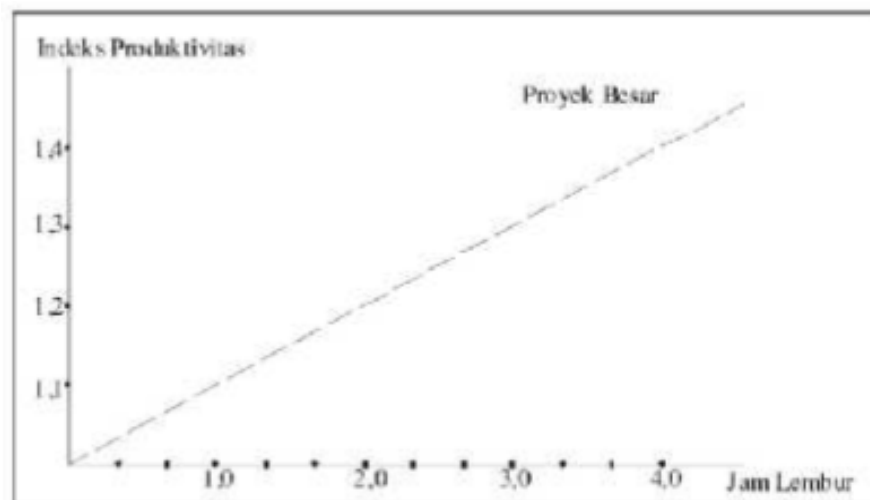
$$\text{Durasi normal} = \frac{\text{volume}}{\text{produksi harian}} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$\text{Produksi tiap jam} = \frac{\text{produksi harian}}{\text{waktu kerja efektif}} \dots\dots\dots (2.35)$$

b. Percepatan Waktu Proyek (*crashing prooject*)

Crashing adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2014). Salah satu strategi percepatan waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja para pekerja. Penambahan jam kerja ini sangat sering dilakukan karena dapat memberdayakan sumber daya yang ada dilapangan dan cukup mengefesienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP. 102/MEN?VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 3 menyatakan bahwa waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

Secara umum, produktivitas merupakan perbandingan antara output dan input produktivitas terindikasi akan mengalami penurunan apabila dilakukan kerja lembur. Penurunan ini disebabkan oleh penurunan kondisi fisik akibat kelelahan dan keterbatasan pandangan pekerja pada malam hari. Penurunan produktivitas yang terjadi dapat dilihat pada grafik 2.1.



Grafik 2.3. indikasi menurunnya produkivitas karena kerja lembur
(Sumber : Soeharto I, 1999)

Dari gambar 2.2, besaran untuk produktivitas harian akibat kerja lembur dapat dihitung dengan persamaan:

$$((\sum(a \times b) + 8) \times \text{produksi tiap jam}) \dots\dots\dots (2.36)$$

Keterangan:

a = jumlah jam kerja lembur

b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

Dari formula (2.32), (2.33), (2.34) di atas dengan beban kerja atau volume yang sama dapat disimpulkan:

Volume = produksi harian x durasi normal volume = (Produksi harian akibat kerja lembur + produksi harian) x durasi lembur

dan dapat disederhanakan menjadi :

$$\text{Durasi lembur} = \frac{\text{produksi tiap jam x waktu kerja efektif}}{\text{produksi tiap jam x (jam kerja efektif} + \sum + (a \times b))} \times \text{durasi normal} \dots (2.37)$$

atau

$$\text{Durasi lembur} = \frac{\text{waktu kerja efektif}}{(\text{waktu kerja efektif} + \sum + (a \times b))} \times \text{durasi normal} \dots (2.38)$$

2.15 Keuntungan atau Laba

Keuntungan atau laba adalah selisih antara pendapatan dan pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan. Untuk menghitung keuntungan dan laba menggunakan persamaan berikut :

$$L = 10\% \times BP \dots (2.39)$$

$$L^* = (BP - BP^*) + L \dots (2.40)$$

Keterangan:

BP = Biaya Proyek Awal

BP* = Biaya Proyek Perubahan

L = Keuntungan Awal

L* = Keuntungan Perubahan