

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Proyek

Proyek adalah kegiatan-kegiatan yang dapat direncanakan dan dapat dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan mencari dan memanfaatkan sumber dana untuk mendapatkan keuntungan (Nurhayati, 2010). Sumber-sumber yang dipergunakan dalam suatu proyek dapat berbentuk barang-barang, modal, tanah, bahan-bahan setengah jadi, bahan-bahan mentah, tenaga kerja dan waktu. Sumber-sumber tersebut sebagian atau seluruhnya, dipergunakan pada masa sekarang untuk memperoleh *benefit* yang lebih besar di masa yang akan datang.

Menurut Nurhayati (2010), proyek adalah kegiatan sekali lewat dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Ada beberapa hal yang perlu diketahui tentang definisi proyek, antara lain sebagai berikut ini.

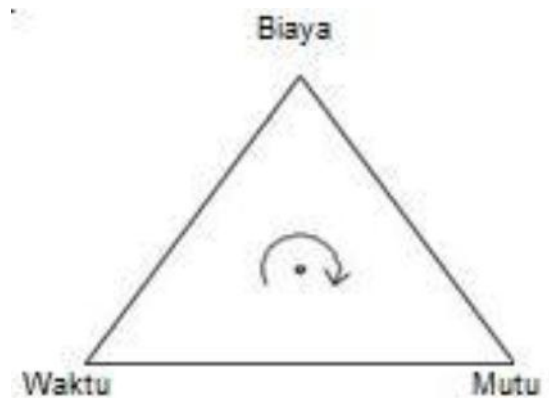
a. Ciri-ciri proyek

- 1) Bertujuan menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
- 2) Dalam proses mewujudkan lingkup diatas, ditentukan jumlah biaya, jadwal serta mutu.
- 3) Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan titik akhir ditentukan dengan jelas.
- 4) Non rutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

b. Sifat proyek

- 1) Unik, tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis.
- 2) Dinamis, dalam penggunaan sumber daya dan multi disiplin keilmuan.

Dalam proses mencapai tujuan ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus di penuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parimeter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sarana proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala atau *Tripe Constrain*



Gambar 2.1 Hubungan *Triple Constrain*

1) Biaya

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak boleh lebih dari anggaran.

2) Waktu

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.

3) Mutu

Proyek atau hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang syaratkan.

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer). Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, dimana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi kurun waktu tertentu. Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia. proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu:

1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan
2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. kegiatan proyek – dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi – dibedakan dari kegiatan operasional, hal tersebut karena sifatnya yang dinamis, non rutin, multi-kegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek. Dikatakan bahwa “*The project is complex enough that the subtask require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance.*” Setiap pekerjaan yang memiliki kegiatan awal dan memiliki kegiatan akhir, dengan kata lain setiap pekerjaan yang dimulai pada waktu tertentu dan

direncanakan selesai atau berakhir pada waktu yang telah ditetapkan disebut proyek. Proyek ada dua jenis yaitu proyek fisik seperti pembangunan gedung dan proyek non fisik seperti pembuatan peraturan. Sedangkan proyek fisik dibagi dua, yaitu proyek konstruksi dan proyek non konstruksi.

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sumber daya dan membutuhkan organisasi. Kemudian proses penyelesaian harus berpegang pada tiga kendala (*triple constrain*): sesuai spesifikasi yang ditetapkan, sesuai *time schedule* dan sesuai biaya yang direncanakan. Terdapat tiga karakteristik proyek adalah, sebagai berikut:

1. Proyek bersifat unik

Keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda beda.

2. Membutuhkan sumber daya (*resources*)

Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang, mesin, metoda, material). Pengorganisasian semua sumber daya tersebut dilakukan oleh manajer proyek.

3. Membutuhkan organisasi

Setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan ragam keahlian. ketertarikan, kepribadian, dan juga ketidakpastian.

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien (Husen, 2010). Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan. Jadi, manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja.

Menurut Nurhayati (2010), fungsi manajemen ada 4 bagian yaitu:

1. Merencanakan

Merencanakan berarti memilih menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai sasaran, ini berarti langkah pertama adalah menentukan sasaran yang hendak dicapai kemudian menyusun urutan langkah kegiatan untuk mencapainya.

2. Mengorganisir

Mengorganisir dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok organisasi agar sasaran dapat dicapai secara efisien.

3. Mempimpin

Kepemimpinan adalah aspek yang penting dalam mengelola suatu usaha yaitu mengarahkan dan mempengaruhi sumber daya manusia dalam organisasi agar mau bekerja dengan sukarela untuk mencapai tujuan.

4. Mengendalikan

Mengendalikan adalah menuntun, dalam arti memantau, mengkaji, dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan yang telah ditentukan. Dalam fungsi ini, hasil-hasil pelaksanaan kegiatan selalu diukur dan dibandingkan dengan rencana. Oleh karena itu, umumnya telah dibuat tolak ukur seperti anggaran, standar mutu, jadwal penyelesaian pekerjaan dan lain-lain, bila terjadi penyimpangan maka segera akan di lakukan perbaikan.

2.2.1 Manajemen Konstruksi

Manajemen adalah proses perencanaan, pengarahan, pengorganisasian, dan pengawasan terhadap usaha-usaha para anggota organisasi dan penggunaan sumber daya organisasi lainnya. Manajemen konstruksi memiliki ruang lingkup yang cukup luas, karena mencakup tahap kegiatan sejak awal pelaksanaan pekerjaan sampai dengan akhir pelaksanaan yang berupa hasil pembangunan. Manajemen konstruksi adalah suatu metode untuk memenuhi kebutuhan konstruksi. Manajemen konstruksi menangani tahapan-tahapan perencanaan, desain dan kostruksi proyek kedalam tugas-tugas yang terpadukan. Tugas-tugas itu dibebankan kepada suatu tim manajemen yang terdiri dari pemilik, manajer dan organisasi perancang. Kontraktor dan / atau badan pendukung dana dapat pula merupakan bagian dari tim tersebut. Hubungan kontrak antar anggota tim

dimasukkan untuk menekan seminimal mungkin adanya pertentangan dan menumbuhkan daya tanggap dalam lingkungan tim itu sendiri. Ciri yang paling membedakan proses manajemen konstruksi dengan yang lainnya adalah adanya satu perusahaan tunggal, perusahaan manajemen konstruksi yang terlibat dalam keseluruhan proyek. Manajemen konstruksi digunakan karena memiliki keuntungan dibandingkan dengan sistem konvensional dalam banyak hal. Keuntungan-keuntungan tersebut dapat ditinjau dari aspek biaya, mutu dan waktu.

2.3 Keterlambatan Proyek

Parameter penting dalam penyelenggaraan proyek konstruksi, yang sering dijadikan sebagai sasaran proyek adalah anggaran, jadwal, dan mutu keberhasilan dalam menjalankan proyek tepat waktu, biaya, serta mutu yang telah direncanakan adalah salah satu tujuan terpenting bagi pemilik dan kontraktor. Pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan rencana, dapat mengakibatkan keterlambatan proyek. Pada pelaksanaan proyek konstruksi, keterlambatan proyek seringkali terjadi, yang dapat menyebabkan berbagai bentuk kerugian bagi penyedia jasa dan pengguna jasa. Bagi kontraktor, keterlambatan selain dapat menyebabkan pembekakan biaya proyek akibat bertambahnya waktu pelaksanaan proyek, dapat pula mengakibatkan menurunnya kredibilitas kontraktor untuk waktu yang akan datang. Sedangkan bagi pemilik, keterlambatan penggunaan atau pengoperasian hasil proyek konstruksi dan seringkali berpotensi menyebabkan timbulnya perselisihan dan klaim antara pemilik dan kontraktor.

2.3.1 Pengertian Keterlambatan Proyek

Keterlambatan proyek merupakan waktu selama suatu bagian dari proyek konstruksi diperpanjang atau tidak diselenggarakan sesuai dengan kesepakatan yang telah ditetapkan.

Menurut Husen (2009), jika suatu pekerjaan sudah ditargetkan harus sudah selesai pada waktu yang telah ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi maka dapat dikatakan pekerjaan itu mengalami keterlambatan. Keterlambatan yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun keduanya, adapun dampak keterlambatan pada *client* atau *owner* akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

Terjadinya keterlambatan pada suatu proyek konstruksi dapat diidentifikasi, didefinisikan dan digambarkan dengan jelas melalui media. *schedule* mempunyai peranan penting dalam menggambarkan keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi. Dengan melihat *schedule*, maka efek keterlambatan suatu kegiatan terhadap kegiatan lain dapat terlihat sehingga keterlambatan ini dapat segera diantisipasi.

Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa proyek mengalami keterlambatan apabila tidak dapat diserahkan oleh penyedia jasa kepada pengguna pada tanggal serah terima pekerjaan pertama yang telah ditetapkan dikarenakan suatu alasan tertentu. Sehingga peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek. Pengkajian jadwal proyek diperlukan untuk menentukan perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi.

2.3.2 Jenis-Jenis Keterlambatan Proyek

Soeharto (1995), menyatakan keterlambatan dapat dibagi menjadi 3 jenis utama, yaitu:

1. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non Excusable Delays*).

Non Excusable Delays adalah keterlambatan yang diakibatkan oleh tindakan, kelalaian, atau kesalahan kontraktor.

2. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delays*).

Excusable Delays adalah keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian-kejadian diluar kendali baik pemilik maupun kontraktor. Pada kejadian ini, kontraktor mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu saja.

3. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*Compensable Delays*).

Compensable Delays adalah keterlambatan yang diakibatkan tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik. Pada kejadian ini, kontraktor biasanya mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu dan tambahan biaya operasional yang perlu selama keterlambatan pelaksanaan tersebut.

2.3.3 Faktor-Faktor Keterlambatan Proyek

Menurut Husen (2009), Berdasarkan 3 jenis utama keterlambatan, maka penyebab keterlambatan proyek dapat di kelompokkan sebagai berikut:

1. *Non Excusable Delays*.

Penyebab- penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. Identifikasi, durasi, dan rencana urutan kerja yang tidak lengkap dan tidak tersusun dengan baik.

Identifikasi aktivitas proyek merupakan tahap awal dari penyusunan jadwal proyek. Identifikasi yang tidak lengkap akan mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan dan mengganggu urutan kerja.

b. Ketidaktepatan perencanaan tenaga kerja.

Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam tiap tahapan pelaksanaan proyek berbeda-beda, tergantung dari besar dan jenis pekerjaannya.

Perencanaan yang tidak sesuai kebutuhan dilapangan dapat menimbulkan persoalan karena tenaga kerja adalah sumber daya yang tidak mudah didapat dan mahal sekali harganya.

c. Kualitas tenaga kerja yang buruk.

Kurangnya ketrampilan dan keahlian pekerja dapat mengakibatkan produktivitas tenaga kerja yang dihasilkan rendah sehingga memerlukan waktu yang lama dalam menyelesaikan proyek

d. Keterlambatan penyediaan alat/material akibat kelalaian kontraktor.

Salah satu faktor yang mendukung dalam pelaksanaan proyek secara langsung adalah tersediannya peralatan dan material yang akan digunakan.

Keterlambatan penyediaan alat dan material diproyek dapat dikarenakan keterlambatan pengiriman supplier, kesulitan untuk mendapatkannya, dan kekurangan material itu sendiri. Penyediaan alat dan material yang tidak sesuai dengan kebutuhan dan waktu yang direncanakan, akan membuat produktivitas pekerja menurun karena banyaknya jam nganggur sehingga menghambat laju pekerjaan.

- e. Jenis peralatan yang digunakan tidak sesuai dengan proyek.

Peralatan merupakan salah satu sumber daya yang digunakan secara langsung didalam pelaksanaan proyek. Perencanaan jenis peralatan harus disesuaikan dengan karakteristik dan besarnya proyek sehingga tujuan dari pekerjaan proyek dapat tercapai.

- f. Mobilisasi sumber daya yang lambat.

Mobilisasi yang dimaksud dalam hal ini adalah pergerakan supplier kelokasi proyek, antar lokasi dalam proyek, dan dari dalam lokasi proyek ke luar lokasi proyek. Hal ini sangat dipengaruhi oleh penyediaan jalan proyek dan waktu pengiriman alat ataupun material.

- g. Banyak hasil pekerjaan yang harus diulang/ diperbaiki karena cacat/salah. Faktor ini lebih mengarah pada mutu atau kualitas pelaksanaan pekerjaan, baik secara struktur atau penyelesaian akhir yang dipengaruhi gambar proyek, penjadwalan proyek, dan kualitas tenaga kerja.

- h. Kesulitan finansial.

Perputaran arus uang baik arus masuk maupun arus keluar harus direncanakan dengan baik penggunaannya, agar tidak menimbulkan kesulitan untuk proyek itu sendiri. Kesulitan pembiayaan oleh kontraktor ini, terutama yang berkaitan dengan kewajiban pembayaran ke pemasok material dan pembayaran upah tenaga kerja. Hal ini akan menyebabkan tersendatnya dukungan sumber daya yang ada dan membuat pelaksanaan pekerjaan menjadi terhambat.

i. Kurangnya pengalaman kontraktor.

Pengalaman kontraktor berpengaruh dalam penanganan masalah dalam bekerja bisa mengakibatkan keterlambatan proyek. Kontraktor yang sudah berpengalaman dengan mudah mengatasi permasalahan yang timbul, lain halnya dengan kontraktor yang kurang pengalaman, akan membutuhkan waktu yang lebih banyak.

j. Koordinasi dan komunikasi yang buruk dalam organisasi kontraktor

Komunikasi adalah kunci awal bagi keberhasilan kerja tim. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, koordinasi memerlukan komunikasi yang baik agar masing-masing kelompok tidak terjadi pekerjaan yang tumpang tindih.

k. Metode konstruksi/teknik pelaksanaan yang tidak tepat/salah.

Kesalahan atau ketidaktepatan dalam memilih metode konstruksi, walaupun mungkin tidak sampai menimbulkan kegagalan penyelesaian struktur, seringkali berdampak lebih lamanya waktu penyelesaian yang diperlukan.

l. Kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja.

Kurangnya kontrol keselamatan kerja yang ada di dalam proyek dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja terhadap pekerja. Hal ini dapat berdampak pada penderita secara fisik, hilangnya semangat kerja, dan trauma akibat kecelakaan yang pada akhirnya dapat mengakibatkan turunnya produktivitas kerja.

2. *Excusable Delays*

a. Terjadinya hal- hal yang tak terduga seperti banjir badai, gempa bumi, tanah longsor, kebakaran, cuaca buruk. Cuaca sangat mempengaruhi produktivitas pekerja. Cuaca yang buruk menyebabkan turunnya stamina para pekerja yang berarti menurunnya produktivitas. Produktivitas pekerja yang rendah dan tidak sesuai yang direncanakan akan mengakibatkan mundurnya jadwal proyek. Gempa bumi, banjir, tanah longsor, kebakaran dapat menyebabkan proyek terhenti sementara dan membutuhkan waktu lebih.

b. Lingkungan sosial politik yang tidak stabil.

Aspek sosial politik seperti kerusuhan, perang, keadaan sosial yang buruk dapat mengakibatkan hambatan dalam pelaksanaan proyek karena perbaikan pekerjaan akibat kerusakan yang terjadi memerlukan tambahan waktu yang akan memperpanjang jadwal proyek secara keseluruhan.

c. Respon dari masyarakat sekitar yang tidak mendukung adanya proyek, respon dari masyarakat sekitar proyek yang berbeda-beda, ada yang mendukung dan ada pula yang menolak. Dengan adanya respon negatif dari masyarakat sekitar menyebabkan adanya demo yang berakibat pada berhentinya kegiatan proyek sesaat yang berarti mundurnya jadwal pelaksanaan proyek.

3. *Compensable Delays*

Penyebab- penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

a. Penetapan pelaksanaan jadwal proyek yang amat ketat.

Jadwal proyek seringkali ditentukan oleh pemilik untuk kepentingan pemakian yang mendesak. Kesalahan-kesalahan akan timbul karena adanya tekanan waktu sehingga memerlukan perbaikan-perbaikan. Akibatnya jadwal yang telah direncanakan akan berubah dan memerlukan tambahan waktu.

b. Persetujuan ijin kerja yang lama

Persetujuan ijin kerja merupakan hal yang lazim dalam melaksanakan suatu aktivitas pekerjaan seperti gambar dan contoh bahan. Proses persetujuan ijin ini akan menjadi kendala yang bisa memperlambat proses pelaksanaan pekerjaan apabila untuk mendapatkan ijin tersebut diperlukan waktu yang cukup lama untuk mengambil keputusan.

c. Perubahan lingkup pekerjaan/detail konstruksi.

Permintaan pemilik untuk mengganti lingkup pekerjaan pada saat proyek sudah terlaksana akan berakibat pembongkaran ulang dan perubahan jadwal yang telah dibuat kontraktor. Setiap pembongkaran ulang dalam pelaksanaan proyek memerlukan tambahan waktu penyelesaian.

d. Sering terjadi penundaan pekerjaan.

Kondisi finansial pemilik yang kurang baik dapat berakibat penundaan atau penghentian pekerjaan proyek yang bersifat sementara, yang secara langsung berakibat pada mundurnya jadwal proyek.

e. Keterlambatan penyediaan material.

Dalam pelaksanaan proyek, sering terjadi adanya beberapa material yang disiapkan oleh pemilik. Masalah akan terjadi apabila pemilik terlambat menyediakan material kepada kontraktor dari waktu yang telah dijadwalkan.

2.3.4 Dampak Keterlambatan Proyek

Menurut Nurhayati (2010), bahwa dampak dari keterlambatan proyek ini menimbulkan kerugian pada pihak kontraktor, konsultan, dan *owner*. Kerugian tersebut antara lain:

1. Pihak Kontraktor

Keterlambatan penyelesaian proyek berakibat naiknya *overhead*, karena bertambah panjangnya waktu pelaksanaan. Biaya *overhead* meliputi biaya untuk perusahaan secara keseluruhan, terlepas ada tidaknya kontrak yang sedang ditangani.

2. Pihak Konsultan

Konsultan akan mengalami kerugian waktu, serta akan terlambat dalam mengerjakan proyek yang lainnya, jika pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan penyelesaian.

3. Pihak *Owner*

Keterlambatan proyek pada pihak pemilik/*Owner*, berarti kehilangan penghasilan dari bangunan yang seharusnya sudah dapat digunakan atau disewakan. Apabila pemilik adalah pemerintah, untuk fasilitas umum misalnya rumah sakit tentunya keterlambatan akan merugikan pelayanan kesehatan masyarakat, atau merugikan program pelayanan yang telah disusun. Kerugian ini tidak dapat dinilai dengan uang tidak dapat dibayar kembali. Sedangkan apabila pihak pemilik adalah non pemerintah, misalnya pembangunan gedung, pertokoan atau hotel, tentu jadwal pemakaian gedung tersebut akan mundur dari waktu yang direncanakan, sehingga ada waktu kosong tanpa mendapatkan uang.

2.3.5 Mengatasi Keterlambatan

Menurut Nurhayati (2010), selama proses konstruksi selalu saja muncul gejala kelangkaan periodik atas material-material yang diperlakukan, berupa material dasar atau barang jadi baik yang lokal maupun import. Cara penanganannya sangat bervariasi tergantung pada kondisi proyek, sejak yang ditangani langsung oleh staf khusus dalam organisasi sampai bentuk pembagian porsi tanggung jawab diantara pemberi tugas, kontraktor dan sub-kontraktor, sehingga penawaran material suatu proyek dapat datang dari sub-kontraktor, pemasok atau agen, importer, produsen atau industri, yang kesemuanya mengacu pada dokumen perencanaan dan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan. Menurut Nurhayati (2010), untuk mengatasi keterlambatan bahan yang terjadi karena pemasok mengalami suatu hal, maka perlu adanya pemasok cadangan. Dalam penyusunan daftar prioritas pemasok, tidak cukup sekali disusun dan digunakan selanjutnya. Daftar tersebut setiap periode tertentu harus diadakan evaluasi mengenai pemasok biasa dilakukan berdasarkan hubungan pada waktu yang lalu. Untuk mengetahui kualitas pemasok bisa dilihat dari karakteristik pola kebiasaan, pola pengiriman, cara penggantian atas barang yang rusak.

Sedangkan menurut Husen (2009), sekalipun sudah dipergunakan prosedur yang terbaik, namun permasalahan akan timbul juga. Kadang-kadang terjadi suatu perubahan rencana kontraktor itu sendiri yang memerlukan barang kritis harus lebih dipercepat lagi penyerahannya dari tanggal yang sudah disetujui sebelumnya. Keterlambatan lain mungkin timbul dari pihak pemasok atau kontraktor, atau pada proses pengiriman dan lain-lain. Tugas dari ekspediter profesional yang berpengalaman adalah menentukan cara yang efektif dalam

menjaga agar pengadaan barang tetap sesuai jadwal yang telah ditetapkan dengan pengaruh kerugian sekecil mungkin. Bila suatu material tidak dapat diperoleh lagi atau menjadi sangat mahal, maka spesialis pengadaan harus mengetahui tempat memperoleh material pengganti (*substitusi*) yang akan dapat memenuhi atau melampaui persyaratan aslinya.

2.4 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009). Proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antarkegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan.

2.5 Metode Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2009), ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing

metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variabel-variabel yang mempengaruhinya juga harus dimonitor, misalnya mutu, keselamatan kerja, ketersediaan peralatan dan material, serta *stakeholder* proyek yang terlibat. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap pada kondisi yang diinginkan. Ada beberapa metode yang sering digunakan untuk membuat penjadwalan, yaitu:

2.5.1 Bagan balok atau *Bar Chart*

Menurut Soeharto (1995), *barchart* ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Format bagan baloknya informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya. Contoh bentuk bagan balok dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.

No.	Deskripsi	Nilai (Rp)	Durasi (minggu)	Bobot	Minggu																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	Pekerjaan persiapan	1,000,000	2	2.22%	1.111	1.111																
2	Pekerjaan galian tanah	500,000	2	1.11%		0.556	0.556															
3	Pekerjaan pondasi	1,500,000	3	3.33%			1.111	1.111	1.111													
4	Pekerjaan beton bertulang	10,000,000	2	22.22%				11.111	11.111													
5	Pekerjaan pasangan/plesteran	2,000,000	3	4.44%					1.481	1.481	1.481											
6	Pekerjaan pintu jendela	6,000,000	2	13.33%						6.667	6.667											
7	Pekerjaan atap	7,000,000	2	15.56%							7.778	7.778										
8	Pekerjaan langit-langit	2,000,000	2	4.44%									2.222	2.222								
9	Pekerjaan lantai	5,000,000	2	11.11%										5.556	5.556							
10	Pekerjaan finishing	10,000,000	2	22.22%											11.111	11.111						
NILAI NOMINAL		45,000,000		100%																		
PRESTASI PER MINGGU					1.111	1.667	1.667	12.22	13.7	8.148	15.93	15.56	18.89	11.11								
PRESTASI KUMULATIF					1.111	2.778	4.444	16.67	30.37	38.52	54.44	70	88.89	100								

Gambar 2.2 Bentuk Bagun Balok atau *Bar Chart*

Menurut Irika Widiasanti dan Lenggogeni (2013), penggunaan *barchart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan. Penggambaran *barchart* terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom tersusun urutan kegiatan yang disusun secara berurutan, sedangkan baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa hari, minggu, ataupun bulan. Perincian yang terdapat pada *barchart* adalah sebagai berikut:

- Pada sumbu horizontal x tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
- Pada sumbu vertikal y dicantumkan kegiatan atau aktifitas proyek dan digambar sebagai balok.
- Pada urutan antara kegiatan satu dengan lainnya perlu diperhatikan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain.

- d. Format penyajian *bar chart* yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.
- e. Jika *bar chart* atau baga balok dibuat berdasarkan jaringan kerja *Activity On Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan nonkritis.

Dalam pembuatan teknik penjadwalan menggunakan metode *Bar Chart* perlu diperhatikan :

1. Bobot pekerjaan (%) didapat dari:

$$\text{bobot (\%)} = \frac{\text{harga pekerjaan}}{\text{haarga total}} \times 100\%$$

2. Bobot pekerjaan harian didapat dari Bobot (%) dibagi durasi pekerjaan.
3. Durasi pekerjaan didapat dari :
4. Durasi = $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas x jumlah group pekerjaan}}$
5. Harga pekerjaan bisa didapat dari rencana anggaran biaya (RAB)

2.5.2 Kurva S

Menurut Husen (2009), kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna

2.5.3 *Network Planning*

Menurut Badri (1997), *network planning* adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam *network diagram* proyek yang bersangkutan.

Jaringan kerja (*network planning*) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam *diagram network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Manfaat penerapan *Network Planning*:

- a. Penggambaran logika hubungan antar kegiatan, membuat perencanaan proyek menjadi lebih rinci dan detail.
- b. Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kegiatan yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan, kesukaran-kesukaran yang bakal timbul dapat diketahui jauh sebelum terjadi sehingga tindakan pencegahan yang diperlukan dapat dilakukan.
- c. Dalam *network planning* dapat terlihat jelas waktu penyelesaian yang dapat ditunda atau harus disegerakan.
- d. Sebagai alat komunikatif yang efektif.

- e. Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung dan penggunaan sumber daya yang optimum.
- f. Berguna untuk menyelesaikan klaim yang diakibatkan oleh keterlambatan dalam menentukan pembayaran kemajuan pekerjaan, menganalisis *cash flow* dan pengendalian biaya
- g. Menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan.
- h. Terdiri atas metode *Activity On Arrow* (AOA) dan *Activity On Node* (AON).

2.5.4 Network Diagram

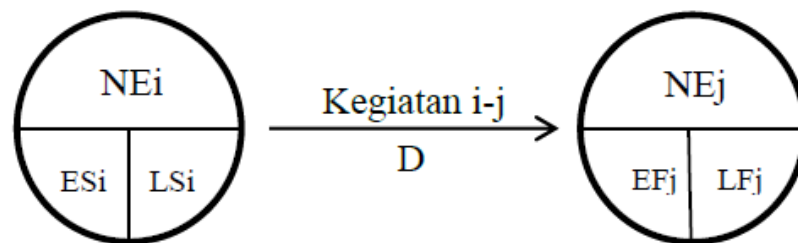
Network Diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *network planning*. *Network Diagram* berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggara proyek. *Network Diagram* terdiri dari simbol kegiatan, simbol peristiwa dan bila diperlukan simbol hubungan antar peristiwa.

Metode *Network Diagram* atau metode jaringan kerja diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan *DuPont* dan *Rand Corporation* untuk mengembangkan sistem manajemen.

Variabel kegiatan dalam membuat *Diagram Network* adalah kurun waktu, tanggal mulai dan tanggal berakhir. Bila kegiatan tersebut dijumlahkan kembali akan menjadi lingkup proyek keseluruhan. Adapun beberapa variabel *Diagram Network*, sebagai berikut:

- Peristiwa, suatu titik waktu dimana semua kegiatan sebelumnya sudah selesai dan kegiatan sesudah itu dapat dimulai. Peristiwa dalam proyek adalah titik awal dimulainya proyek dan peristiwa akhir adalah titik dimana proyek selesai. Salah satu peristiwa atau *event* yang penting dinamakan tonggak kemajuan atau *milestone*.
- Node i dan Node j, yang berada diekor anak panah adalah node i, sedangkan yang dikepala adalah node j. Tetapi node j akan menjadi node i untuk kegiatan berikutnya.
- Kecuali kegiatan awal maka sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, kegiatan terdahulu harus diselesaikan.
- Dummy* merupakan anak panah yang hanya menjelaskan hubungan ketergantungan antara dua kegiatan, tidak memerlukan sumber daya dan tidak membutuhkan waktu.
- Penyajian grafis jaringan kerja tidak membutuhkan skala, kecuali untuk keperluan tertentu.

Berikut dibawah ini gambar dari hubungan kegiatan:



Gambar 2.4 Hubungan Antar Kegiatan

Keterangan:

NEi : Nomor dari lingkaran kegiatan yang merupakan permulaan dari kegiatan yang ditinjau.

Nej :Nomor dari lingkaran kejadian yang merupakan ujung akhir kegiatan yang ditinjau.

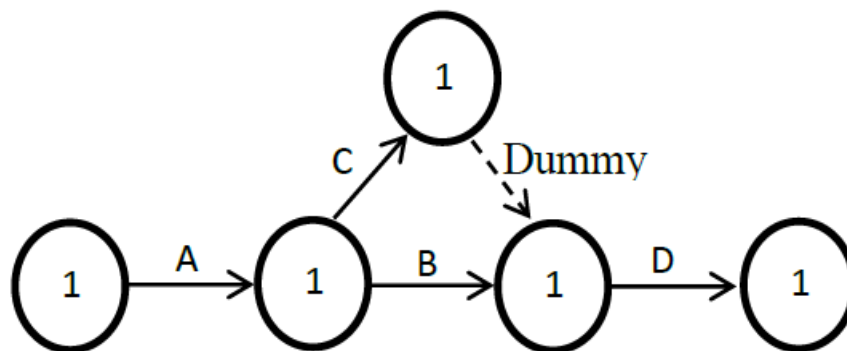
Ada dua pendekatan yang digunakan dalam *Network Diagram* yaitu:

- a. *Activity On Node* (AON)
- b. *Activity On Arrow* (AOA)

Beberapa hal yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan diagram *network* adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam penggambaran, *network diagram* harus jelas dan mudah untuk dibaca.
- 2) Harus dimulai dari *event* (kejadian) dan diakhiri pada *event* (kejadian).
- 3) Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang digambar garis lurus dan boleh patah.
- 4) Dihindari terjadinya perpotongan antara anak panah.

Berikut adalah contoh dari *network diagram Activity On Arrow* (AOA):



Gambar 2.5 *Network Diagram AOA*

Berikut ini penjelasan dua pendekatan yang dijelaskan melalui gambar dibawah ini:

Kegiatan-pada-Titik	Arti dari Kegiatan	Kegiatan-pada-Panah
	A datang sebelum B yang datang sebelum C.	
	A dan B keduanya harus diselesaikan sebelum C dapat dimulai	
	B dan C tidak dapat dimulai hingga A selesai	
	C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai	
	C tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai; D tidak dapat dimulai hingga B selesai. Kegiatan ditunjukkan pada AOA	
	B dan C tidak dapat dimulai hingga A, D tidak dapat dimulai hingga B dan C keduanya selesai. Kegiatan ditunjukkan pada AOA	

Gambar 2.6 Perbandingan dua pendekatan menggambarkan jaringan kerja

2.6 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Methode (CPM) merupakan dasar dari sistem perencanaan dan pengendalian pekerjaan yang didasarkan pada *network* atau jaringan kerja. CPM pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian dikembangkan oleh *Intergrated Engineering Control Group of E.I du Pont de Nemours and Company* yang diprakarsai oleh Walker dan Kelly jr. Tahun 1957.

Menurut Soeharto (1999), CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik (pasti). Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu

normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, apabila waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan tertentu dapat dipintas untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit.

Dalam operasionalnya CPM (*Critical Path Methode*) digambarkan dengan menggunakan diagram anak panah untuk menentukan lintasan kritis sehingga disebut juga metode lintasan kritis.

Metode ini sangat bagus untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek serta paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Komponen-komponen dalam metode CPM adalah:

- 1) *Diagram Network*
- 2) Hubungan antar simbol dan urutan kegiatan.
- 3) Jalur kritis.
- 4) Tenggang waktu kegiatan.
- 5) Limit jadwal kegiatan.

Manfaat yang diperoleh jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

- 1) Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh proyek tertunda penyelesaiannya.

- 2) Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya bila pekerjaan-pekerjaan yang ada dilintasan kritis dapat dipercepat.
- 3) Pengawasan atau kontrol hanya diperketat pada lintasan kritis saja, sehingga pekerjaan-pekerjaan dilintasan kritis perlu pengawasan ketat agar tidak tertunda dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash program* (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya atau lembur.

Didalam suatu kegiatan yang besar, seperti penyelesaian suatu proyek, yang mencakup kegiatan-kegiatan yang terpisah tetapi berkaitan satu sama lainnya senantiasa ada sejumlah kegiatan yang dianggap “vital” bagi selesainya proyek waktu penyelesaiannya tidak dapat ditunda-tunda kalau kita tidak ingin terjadi keterlambatan secara menyeluruh dari penyelesaian proyek.

Pada umumnya kegiatan yang bersifat kritis dapat ditemukan pada satu jalur atau lintasan sejak awal sampai akhir proyek. Kemungkinan untuk menetapkan adanya lintasan kritis suatu jaringan digunakan salah satu atau metode jalur kritis. Jumlah simbol yang digunakan dalam sebuah jaringan kerja, minimum ada dua macam dan maksimum ada tiga macam. Macam-macam simbol tersebut adalah:

1. Anak panah

Anak panah ini melambangkan suatu kegiatan dari suatu proyek. Pada umumnya nama kegiatan dicantumkan diatas anak panah dan lama kegiatan dibawahnya. Ekor anak panah ditafsirkan sebagai kegiatan dimulai dan kepalanya ditafsirkan kegiatan selesai. Lamanya kegiatan adalah jarak waktu antara kegiatan dimulai dengan kegiatan selesai. Pada lamanya

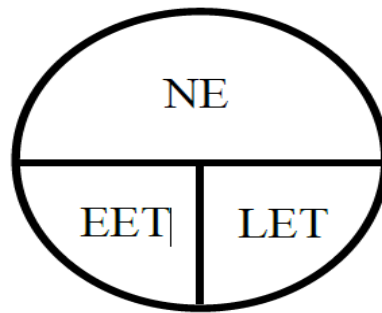
kegiatan diberi kode huruf besar A,B,C dan seterusnya. Berikut gambar dari anak panah dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 2.7 Anak Panah

2. Lingkaran atau node

Lingkaran yang menggambarkan peristiwa selalu digambarkan lingkaran yang terbagi atas tiga bagian ruangan, ruangan sebelah atas merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan peristiwa. Ruangan sebelah kiri bawah merupakan yang menyatakan lamanya hari (waktu satuan hari) yang merupakan saat paling awal peristiwa yang bersangkutan. Ruangan sebelah kanan bawah merupakan tempat bilangan yang menyatakan saat paling lambat peristiwa yang bersangkutan boleh terjadi. Selisih waktu dari kedua saat tersebut adalah tenggang waktu peristiwa (*Slack*) berharga positif. Ada kemungkinan tenggang waktu tersebut berharga nol, maka peristiwa yang bersangkutan merupakan peristiwa yang kritis, jika berharga negatif peristiwa tersebut adalah peristiwa super kritis dan ini bertanda bahwa proyek tidak akan selesai pada waktu yang telah ditetapkan. Berikut gambar dari lingkaran yang dilengkapi dengan contoh *schedule* pekerjaan:



Gambar 2.8 Lingkaran atau node

Keterangan:

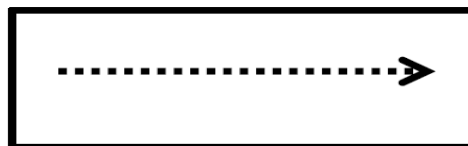
NE : *Number of event*

EET : *Earliest Event Time* (waktu paling awal)

LET : *Latest Event Time* (waktu paling akhir)

3. Anak panah terputus-putus (*Dummy*)

Anak panah terputus-putus melambangkan hubungan antar peristiwa, sama halnya dengan anak panah yang melambangkan kegiatan. Hubungan antar kegiatan (*Dummy*) tidak membutuhkan waktu, sumber daya dan ruangan. Oleh karena itu hubungan antar peristiwa tidak perlu diperhitungkan. *Dummy* ini menyatakan logika ketergantungan yang patut diperhatikan. Berikut gambar dari *Dummy*:



Gambar 2.9 Anak panah terputus (*Dummy*)

Untuk dapat membaca diagram jaringan kerja sebuah proyek perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antara simbol yang ada dalam setiap

jaringan kerja. Notasi yang dipakai dalam penjelasan mengenai hubungan antar simbol ini adalah sebagai berikut:

$D(x)$ = Durasi kegiatan X

$ES(x)$ = Waktu mulai paling cepat untuk kegiatan X

$EF(x)$ = Waktu selesai paling cepat untuk kegiatan X

$LS(x)$ = Waktu mulai paling lambat untuk kegiatan X

$LF(x)$ = Waktu selesai paling lambat untuk kegiatan X

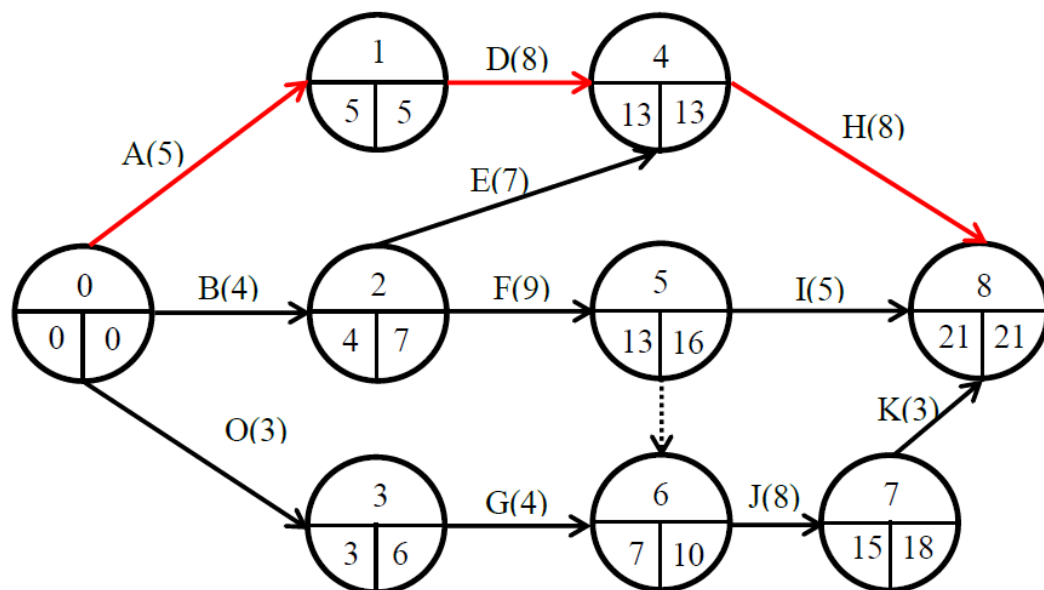
$TF(x)$ = Tenggang waktu total untuk kegiatan X

$FF(x)$ = Tenggang waktu bebas untuk kegiatan X

S = Waktu mulai proyek

T = Waktu penyelesaian proyek

Untuk dapat lebih jelas mengenai tentang *Critical Path Methode* (CPM) disertai dengan *Network Planning* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Jaringan kerja CPM

Contoh perhitungan:

$$EF (A) = 0 + 5$$

$$= 5$$

$$LS (H) = 21 - 8$$

$$= 13$$

$$TF (H) = 21 - 13 - 8$$

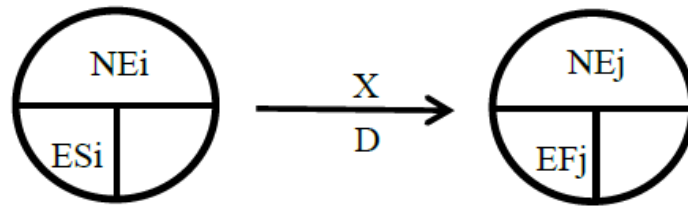
$$= 0 \text{ (kritis)}$$

2.6.1 Hubungan Antar Simbol Kegiatan

Dalam proses perhitungan dengan metode CPM dikenal adanya beberapa parameter sebagai berikut:

1. EET (*Earliest Event Time*), saat paling awal peristiwa / *node* / *event* mungkin terjadi, yang berarti waktu paling cepat suatu kegiatan yang berasal dari *node* tersebut dapat dimulai karena menurut aturan dasar suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan-kegiatan terdahulu diselesaikan
 - a. *Early Start*, saat paling cepat peristiwa yang mungkin terjadi, maksudnya waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu kegiatan dinyatakan dalam hari, maka waktu ini merupakan hari pertama kegiatan dimulai.
 - b. *Early Finish*, saat paling cepat peristiwa terakhir mungkin terjadi, berarti waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka *Early Finish* kegiatan terdahulunya merupakan *Early Start* kegiatan berikutnya.

Berikut gambar untuk sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa:



Gambar 2.11 Sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa

Untuk bisa mengetahui sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$EF_j = ES_i + D$$

Keterangan:

X = Kegiatan

Nei = Nomor dari peristiwa awal kegiatan

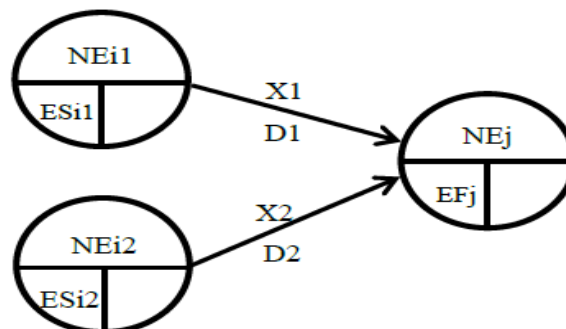
Nej = Nomor dari peristiwa akhir kegiatan

D = Lama kegiatan X yang diperkirakan

Esi = Saat paling awal peristiwa awal

EFj = Saat paling awal peristiwa akhir

Sedangkan untuk beberapa kegiatan menuju sebuah peristiwa dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.12 Beberapa kegiatan menuju sebuah peristiwa

Untuk bisa mengetahui sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$EF_j = (ES_i + D) \text{ maksimum}$$

Keterangan:

X = Nama kegiatan

ES_i = Saat paling awal peristiwa awal dari kegiatan

D = Lama kegiatan yang diperkirakan

EF_j = Saat paling awal peristiwa akhir seluruh kegiatan

2.6.2 Hitungan Maju (*Forward Pass*)

Perhitungan maju digunakan untuk menghitung saat paling awal terjadinya dan penyelesaian suatu proyek. Dalam mengidentifikasi jalur kritis perhitungan maju terdapat aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut:

- a. Kegiatan baru dapat dimulai jika kegiatan sebelumnya telah selesai terkecuali kegiatan awal.
- b. Waktu paling awal suatu kegiatan adalah 0
- c. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal dan ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan seperti rumus di bawah ini:

$$EF = ES + D$$

Keterangan:

EF = Waktu selesai paling awal suatu kegiatan

ES = Waktu mulai paling awal suatu kegiatan

D = Durasi kegiatan

- d. Jika suatu kegiatan memiliki dua kegiatan pendahulunya atau lebih, maka ES merupakan EF terbesar dari kegiatan tersebut.

2.6.3 Hitungan Mundur (*Backward Pass*)

Pada perhitungan mundur digunakan untuk menghitung saat yang paling akhir penyelesaian dan terjadinya dari kegiatan suatu proyek. Dalam mengidentifikasi jalur kritis perhitungan mundur terdapat aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut:

1. Hitungan mundur dapat dimulai dari hari terakhir penyelesaian proyek.
2. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dan dikurangi kurun waktu yang bersangkutan, dapat dilihat pada rumus di bawah ini:

$$LS = LF - D$$

Keterangan:

LS = Waktu paling akhir kegiatan boleh mulai.

LF = Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

D = Durasi kegiatan.

3. Jika suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan, maka LF kegiatan tersebut sama dengan LS kegiatan berikutnya yang terkecil.

2.6.4 Float

Float merupakan sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan, sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan secara sengaja / tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi

terlambat dalam penyelesaiannya. Ada tiga macam bentuk tenggang waktu kegiatan, yaitu:

1. *Total Float* (TF)

Pada penyusunan dan perencanaan jadwal proyek, arti penting dari *total float* adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. *Total float* berguna untuk menentukan lintasan kritis untuk mempercepat durasi proyek, bila $TF = 0$. Untuk mengetahui *total float* (TF) dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$TF = LS_j - D - ES_i$$

Keterangan:

TF = *Total Float*

LS_j = *Latest Start* pada node j

ES_i = *Early Start* pada node i

D = Durasi

2. *Free Float* (FF)

Free float adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (ES_j) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal (ES_i). *Free float* juga berguna untuk alokasi sumber daya dan waktu dengan memindahkannya ke kegiatan lain. Untuk mengetahui *free float* (FF) dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$FF = ES_j - D - ES_i$$

Keterangan:

FF = *Free Float*

ESj = *Early Start* pada node j

ESi = *Early Start* pada node i

D = Durasi

3. *Independent Float* (IF)

Independent float adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (ESj) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan tersebut, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awal (ESi) nya. Untuk mengetahui *independent float* dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$IF = ESj - D - LSi$$

Keterangan:

IF= *Independent Float*

ESj= *Early Start* pada node j

LSi= *Latest Start* pada node i

D= Durasi

2.6.5 Durasi Kegiatan Metode CPM

Soeharto (1999), menjelaskan durasi (kurun waktu) kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Adapun Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah:

$$D = \frac{V}{Pr.N}$$

Keterangan:

D = Durasi kegiatan (hari)

V = Volume kegiatan (m³, m², kg)

Pr = Produktivitas kerja rata-rata (m³/hari, m²/hari, kg/hari)

N = Jumlah tenaga kerja

Untuk menghitung produktivitas digunakan rumus

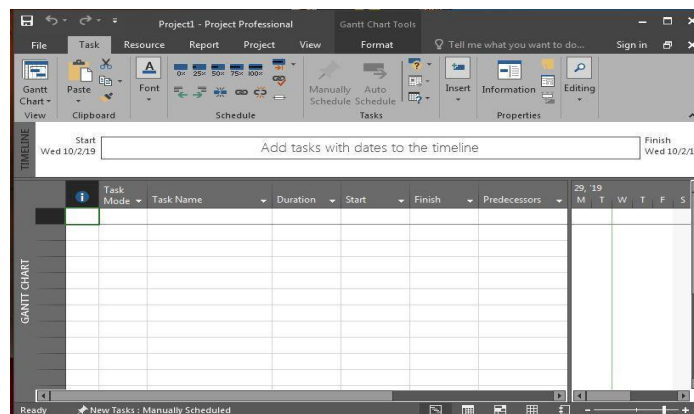
$$Pr = N \times k$$

N = Jumlah tenaga kerja

k = Koefisien tenaga kerja didapat dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor: 28/Prt/M/2016 Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum

2.6.6 Microsoft Project 2016

Microsoft project merupakan suatu aplikasi populer yang digunakan untuk mengelola proyek, digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek. Berikut pada gambar 2.13 merupakan lembar kerja pada *Microsoft Project 2016*.



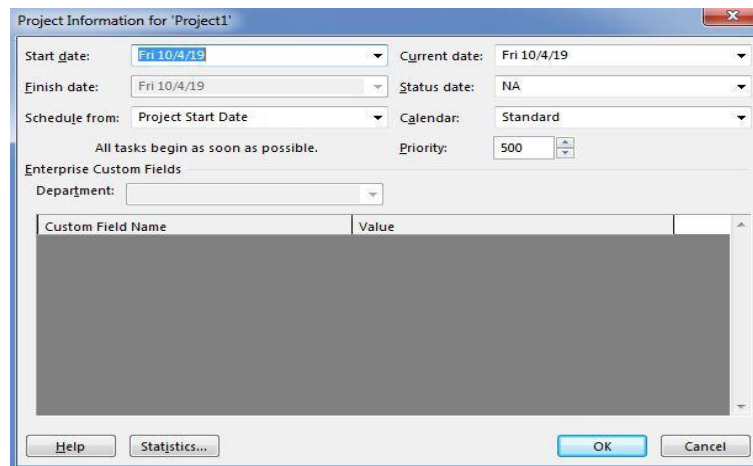
Gambar 2.13 Lembar Kerja *Microsoft Project 2016*

Menurut Christofel Imanuel Gabriel Nangka, Mochtar Sibi dan Jantje Mangare (2018), *Microsoft Project 2016* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Kita akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Kita juga akan lebih produktif dengan mengintegrasikan program-program *Microsoft Office* yang familiar, membuat pelaporan yang kuat, perencanaan yang terkendali dan sarana yang fleksibel. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. *Microsoft Project 2016* dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat.

2.7 Langkah Penjadwalan CPM Dengan *Microsoft Project 2016*

Sebuah proyek pasti mempunyai sebuah patokan tanggal yang akan digunakan sebagai patokan dalam memulai proyek tersebut. Memasukkan nilai

tanggal dimulainya proyek, pilih menu *project* kemudian pilih *project information*. Berikut gambar 2.14 merupakan tampilan *project information*.



Gambar 2.14 Tampilan *Project Information*

1. Pilih salah satu dari jenis *schedule form* atau dasar penghitungan tanggal, yaitu *project start date* atau *project finish date*.
2. *Start date*. Pada bagian ini Anda harus memasukkan nilai tanggal dimulainya proyek.
3. *Finish date*, bagian yang digunakan untuk memasukkan tanggal berakhirnya proyek.
4. *Current date*, berisi tanggal hari ini berdasarkan setting pada computer anda.
5. *Calendar*, berisi jenis-jenis penanggalan yang telah tersedia dan dapat digunakan, yaitu 24 hours, night shift, standard.

2.7.1 Mengisi *Task Manager*

Mengisi nama pekerjaan (*task name*) pada *Microsoft Project 2016* adalah sebagai berikut:

- 1) Tempatkan pointer project pada isian task name.
- 2) Ketikkan nama pekerjaannya.
- 3) Tekan enter. Lakukan langkah 1-3 untuk pekerjaan-pekerjaan.

Ketika sudah mengisi *Task Name* tampilan di *Microsoft Project 2016* diperlihatkan pada gambar 2.15 berikut.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	★?	Setting Out				
2	★?	Pemasangan Bouwplank				

Gambar 2.15 Mengisi *Task Name*

2.7.2 Memasukan Durasi

Durasi pekerjaan adalah jumlah hari yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Durasi suatu pekerjaan dalam *Microsoft Project* secara *default* akan diberikan 1 *day* (hari). Memasukkan nilai durasi ke dalam kolom *duration* dengan satuan hari tidak perlu ditulis lengkap karena secara otomatis akan ditambahkan satuannya. Sebagai contoh, bila ingin memasukkan nilai 3 hari, langsung ketikkan 3 dan tekan *enter*, maka secara otomatis akan berubah menjadi 3 *days*. Sementara untuk satuan waktu yang lain, Anda cukup menyetikkan inisialnya saja, seperti minggu dengan *weeks*, bulan dengan *months* dan satuan yang lainnya. Berikut tampilan pada saat memasukan *Duration* pada *Microsoft Project 2016* diperlihatkan pada gambar 2.16.

	i	Task Mode ▾	Task Name ▾	Duration ▾	Start ▾	Finish ▾	Predecessors ▾
1		?	PEMBANGUNAN WISMA HAJI	3 days			

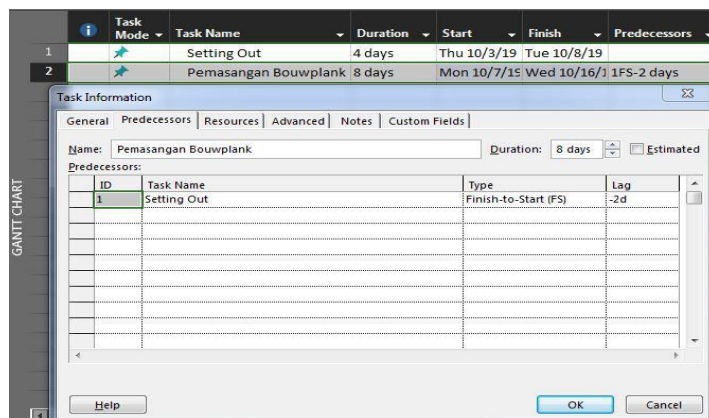
Gambar 2.16 Memasukan *Duration*

2.7.3 Menggunakan Hubungan Antar Pekerjaan

Sebuah proyek selalu ada keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Hubungan antar pekerjaan ini disebut dengan *predecessor*. Suatu pekerjaan menggunakan predecessor karena penggunaan sumber daya manusia maupun dikarenakan adanya hubungan keterkaitan antar pekerjaan. Suatu jenis pekerjaan bisa mempunyai lebih dari 1 *predecessor*. Hubungan ketergantungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* dibedakan dalam beberapa macam:

- Finish to Start (FS)*, suatu pekerjaan dilaksanakan setelah pekerjaan lain selesai.
- Finish to Finish (FF)*, suatu pekerjaan selesai bersamaan dengan pekerjaan lain.
- Start to Start (SS)*, suatu pekerjaan dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.
- Start to Finish (SF)*, suatu pekerjaan selesai setelah pekerjaan lain dimulai.

Gambar 2.17 memperlihatkan pada saat mengisi hubungan antar komponen pekerjaan (*Predecessor*) pada *Microsoft Project 2016*.



Gambar 2.17 Menggunakan *Predecessor*

Lag time (+), merupakan tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, pekerjaan pengecatan bisa dilaksanakan 2 hari setelah pekerjaan plesteran selesai dituliskan $2FS+2d$. Berikut pada gambar 2.18 menunjukkan *lag time* pada *microsoft project 2016*.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors

Gambar 2.18 *Lag Time*

Lead Time (-), merupakan penumpukan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, plesteran sudah harus dimulai 2 hari sebelum pemasangan genting selesai, maka dituliskan

