

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Sebuah proyek dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan yang direncanakan secara sistematis, dengan batasan waktu yang jelas mulai dari awal hingga akhir, guna mencapai sasaran yang telah ditentukan (Luthan & Syafriandi, 2006)

Ciri khas proyek terletak pada sifatnya yang sementara serta tidak bersifat berulang (non-rutin), di mana pelaksanaannya dibatasi oleh jadwal waktu tertentu. Walaupun menjadi bagian dari perencanaan strategis organisasi, proyek tetap merupakan kegiatan sementara yang melibatkan pemanfaatan sumber daya manusia dan non-manusia secara terpadu untuk mewujudkan tujuan organisasi secara efektif (Kareth et al., 2016).

Proyek merupakan suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut:

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

Dalam bidang infrastruktur, proyek mencakup berbagai aktivitas, mulai dari pembangunan hingga pemeliharaan sarana publik seperti jalur perkeretaapian dan bangunan stasiun, yang dikelola secara terencana untuk mencapai sasaran tertentu melalui pemanfaatan sumber daya secara optimal (Gray, 2007). Proyek konstruksi sendiri merupakan serangkaian kegiatan yang bersifat sementara dengan tujuan menghasilkan produk konstruksi, dengan tetap memperhatikan batasan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditentukan. Proyek ini memiliki karakteristik khas, yaitu tidak berulang, melibatkan berbagai pihak, serta sangat dipengaruhi oleh kondisi lapangan dan lingkungan di sekitarnya.

Berdasarkan definisi dalam buku panduan *PMBOK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge)*, proyek diartikan sebagai suatu usaha yang

bersifat sementara dan dilaksanakan untuk menghasilkan produk atau jasa yang memiliki keunikan tersendiri (Gray, 2007).

Sementara itu, konstruksi dapat diartikan sebagai suatu rancangan atau bentuk perencanaan dari sarana dan prasarana yang disusun sebagai dasar sebelum pelaksanaan proses pembangunan. Konstruksi adalah susunan (model, tata letak) suatu bangunan (jembatan, rumah, dan sebagainya) (KBBI). Konstruksi merupakan hasil dari suatu proses kegiatan yang menghasilkan bangunan yang menyatu dengan lokasi berdirinya, serta berfungsi sebagai tempat tinggal maupun sebagai sarana untuk berbagai aktivitas lainnya.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang dilaksanakan secara berkesinambungan dalam jangka waktu tertentu dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia untuk menghasilkan suatu bangunan. Proyek konstruksi juga dapat diartikan sebagai serangkaian aktivitas yang bertujuan menghasilkan suatu produk berupa bangunan atau konstruksi, dengan tetap memperhatikan batasan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan (Kerzner, 2009).

Karakteristik proyek konstruksi dapat ditinjau dari tiga aspek utama, yaitu bersifat unik, memerlukan pemanfaatan sumber daya, serta membutuhkan pengorganisasian yang terstruktur, seperti pada gambar 1 sebagai berikut (Erviyanto, 2005)).



Gambar 3. 1 Karakteristik proyek konstruksi dipandang dalam tiga dimensi
Sumber : (Erviyanto, 2005)

- A. Bersifat Unik: proyek konstruksi tidak memiliki rangkaian kegiatan yang benar-benar sama, sehingga tidak ada proyek yang identik, melainkan hanya

proyek yang sejenis. Selain itu, proyek bersifat sementara dan umumnya melibatkan tim kerja yang berbeda pada setiap pelaksanaannya.

- B. Membutuhkan sumber daya (*Resources*): proyek konstruksi memerlukan berbagai sumber daya, meliputi tenaga kerja (man), dana (money), peralatan atau mesin (machines), metode kerja (methods), serta bahan/material (materials).
- C. Membutuhkan organisasi : Setiap organisasi memiliki berbagai tujuan yang melibatkan sejumlah individu dengan beragam keterampilan, minat, kepribadian, serta tingkat ketidakpastian yang berbeda-beda.

3.2 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi merupakan penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik secara sistematis dalam pelaksanaan proyek agar dapat memenuhi kebutuhan serta harapan para pemangku kepentingan. Proses manajemen proyek meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, serta pengendalian seluruh sumber daya proyek.

Secara umum, manajemen proyek terdiri dari lima kelompok proses utama, yaitu inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan pengendalian, serta penutupan proyek. Dalam konteks proyek konstruksi, pengendalian waktu menjadi aspek krusial untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan .

Agar dapat mencapai hasil yang optimal, manajemen kerja memiliki pengaruh besar terhadap integritas dan metode pelaksanaan tugas. Oleh sebab itu, selain mengandalkan sistem tradisional yang ada, penerapan sistem manajemen konstruksi juga diperlukan.

Proyek konstruksi adalah suatu usaha yang bertujuan menghasilkan bangunan atau infrastruktur. Proyek konstruksi memiliki beberapa kriteria, antara lain: dimulai sejak awal proyek dengan rangkaian kegiatan yang terencana dan berakhir pada akhir proyek, memiliki batasan waktu yang jelas, serta setiap aktivitas hanya

dilakukan sekali sehingga menghasilkan produk yang bersifat unik. (Erivianto, 2002) :

3.2.1 Tujuan Manajemen Konstruksi

Tujuan utama manajemen konstruksi adalah mengatur dan mengendalikan proses pembangunan sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan (Soeharto, 1999).

Dalam mencapai hasil yang optimal pada manajemen konstruksi, beberapa hal perlu diperhatikan, yaitu biaya, kualitas, dan waktu pelaksanaan pekerjaan, sambil tetap memperhatikan keselamatan pekerja serta kondisi lingkungan proyek. Ketiga unsur tersebut saling terkait dan tidak dapat dipisahkan.

Penggunaan alat dan peralatan memiliki peran penting dalam mengendalikan ketiga aspek ini. Oleh karena itu, manajemen peralatan menjadi sangat krusial untuk mencapai tujuan perusahaan, seperti keuntungan, reputasi, dan profesionalisme. Hal ini dapat diukur melalui kemampuan mengendalikan biaya, menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan (Asiyanto, 2008).

3.2.2 Konsep Manajemen Konstruksi

Dalam konteks sistem informasi, konsep manajemen konstruksi menekankan tiga faktor utama yang perlu diperhatikan, yaitu manusia, masalah, dan proses. Faktor manusia memegang peranan penting dalam keberhasilan manajemen konstruksi. Pentingnya perhatian terhadap faktor manusia terletak pada upaya meningkatkan kesiapan organisasi perangkat lunak (sistem informasi) dalam menyelesaikan masalah melalui berbagai kegiatan, seperti rekrutmen, penilaian kinerja, pelatihan, kompensasi, pengembangan karier, perancangan organisasi dan pekerjaan, serta pengembangan tim.

Prestasi dalam pekerjaan konstruksi dapat dicapai melalui berbagai aspek manajemen konstruksi. Manajemen konstruksi dapat dipandang sebagai suatu sistem atau metode yang mencakup perencanaan, pengawasan, pengadaan atau

pelelangan, serta pelaksanaan proyek (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

1. Manajemen konstruksi merupakan suatu proses atau prosedur yang menetapkan proyek dalam kerangka sistem manajemen konstruksi. Dengan demikian, proses dan prosedur untuk perolehan, perencanaan, pengadaan, dan pelaksanaan ditentukan secara bersama oleh tim manajemen konstruksi dan pemilik proyek. Tata cara perencanaan, pengolahan, serta peran konsultan perencana juga disepakati bersama untuk memastikan hasil pelaksanaan yang optimal dari segi waktu, kualitas, dan biaya.
2. Manajemen konstruksi sebagai suatu profesi, seiring berkembangnya sistem manajemen konstruksi, berfokus pada pengelolaan pekerjaan serta proses atau prosedur dalam menjalankan pekerjaan tersebut. Perkembangan ini mendorong munculnya dan berkembangnya perusahaan yang bergerak di bidang jasa manajemen konstruksi (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

3.2.3 Fungsi Manajemen Konstruksi

Seperti dijelaskan sebelumnya, manajemen konstruksi merupakan penerapan fungsi-fungsi manajemen pada suatu proyek dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efektif dan efisien, sehingga tujuan proyek dapat tercapai secara optimal. Manajemen konstruksi memiliki beberapa fungsi antara lain:

1. Berfungsi sebagai pengendalian mutu untuk memastikan kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan proyek.
2. Mampu mengantisipasi perubahan kondisi lapangan yang tidak terduga serta mengatasi keterbatasan waktu pelaksanaan.
3. Memantau kemajuan proyek melalui laporan harian, mingguan, dan bulanan.
4. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan terhadap masalah yang muncul di lapangan.
5. Menyediakan fungsi manajerial melalui sistem informasi yang tepat untuk menganalisis kinerja proyek di lapangan (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

Dalam menjalankan manajemen, setiap individu yang menempati posisi pimpinan di berbagai tingkatan harus melaksanakan fungsi-fungsi manajemen. Ada fungsi organik yang wajib dilaksanakan dan fungsi penunjang yang bersifat pelengkap. Apabila fungsi organik tidak dijalankan dengan baik, pencapaian sasaran berisiko gagal. George R. Terry merumuskan fungsi-fungsi manajemen tersebut dengan singkatan POAC (Terry, 2000) :

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan pada dasarnya merupakan proses pengambilan keputusan yang melibatkan pengumpulan data, informasi, atau fakta mengenai kegiatan yang akan dipilih dan dilaksanakan di masa mendatang. Tindakan perencanaan proyek meliputi:

- a. Menetapkan tujuan dan sasaran yang ingin dicapai dalam proyek.
- b. Menganalisis kendala dan risiko yang mungkin muncul di setiap bagian proyek atau rencana secara menyeluruh.
- c. Menentukan alokasi dan penggunaan sumber daya yang tersedia.
- d. Mengembangkan rencana jangka panjang dan jangka pendek secara keseluruhan.
- e. Menyusun strategi dan prosedur operasional yang akan dijalankan.
- f. Menetapkan standar kualitas yang diharapkan dari pelaksanaan proyek.
- g. Menentukan metode dan aspek teknis yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan.

2. Organisasi (*Organizing*)

Manfaat utama organisasi adalah menyatukan berbagai kegiatan manusia yang memiliki peran dan tanggung jawab masing-masing, sehingga saling berinteraksi dan terkoordinasi secara sistematis dengan lingkungan sekitarnya untuk mendukung pencapaian tujuan bersama. Agar fungsi organisasi dapat dijalankan secara efektif, diperlukan pemahaman terhadap berbagai tipe organisasi sehingga struktur dan penerapannya dapat disesuaikan dengan karakteristik proyek yang akan dilaksanakan. Tindakan organisasi, antara lain:

1. Menetapkan daftar tugas dan tanggung jawab yang harus dilaksanakan.
2. Menyusun lingkup kegiatan yang menjadi bagian dari proyek.
3. Menyusun struktur organisasi yang menggambarkan hubungan antar kegiatan.
4. Menyusun daftar personel beserta lingkup tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota.

Organisasi merupakan kerangka pedoman dalam pelaksanaan fungsi, di mana pembagian tugas, hubungan tanggung jawab, serta delegasi kewenangan dijabarkan secara jelas dan sistematis. Fungsi pengorganisasian dan pengisian staf dalam manajemen proyek, antara lain sebagai berikut: (Dimayati, 2016)

- a. *Organization Breakdown Structure* (OBS) menunjukkan pembagian tanggung jawab dan kewenangan secara jelas.
- b. Membantu mendistribusikan beban kerja secara lebih merata di antara anggota tim.
- c. Memungkinkan identifikasi kemampuan dan keahlian yang diperlukan untuk setiap peran.
- d. Pengendalian terhadap penyalahgunaan wewenang dilakukan melalui sistem umpan balik (feedback system).

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Fungsi implementasi bertujuan untuk mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan seluruh anggota organisasi serta memastikan seluruh anggota bekerja sama secara efektif untuk mencapai tujuan bersama. Tindakan implementasi meliputi (Dimayati, 2016):

- a. Melaksanakan koordinasi terhadap seluruh kegiatan yang berjalan.
- b. Menetapkan pembagian tugas, kewenangan, dan tanggung jawab masing-masing anggota.
- c. Memberikan arahan, menjelaskan misi, serta memotivasi anggota organisasi agar tujuan bersama tercapai.

Fungsi eksekutif bertujuan untuk menyeimbangkan tanggung jawab,

hak, dan kewajiban di setiap bagian organisasi, sekaligus mendorong kerjasama yang efektif untuk mencapai efisiensi, kesatuan, dan pencapaian tujuan bersama.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Manfaat pengendalian terletak pada kemampuannya untuk mengukur kualitas hasil, menganalisis serta mengevaluasi kinerja, dan mengambil tindakan korektif terhadap penyimpangan yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan. Tindakan pengendalian meliputi: (Dimayati, 2016)

- a. Memantau dan mengevaluasi kualitas hasil pekerjaan dengan membandingkannya terhadap standar yang telah ditetapkan.
- b. Melakukan perbaikan terhadap kesalahan atau deviasi yang terjadi.
- c. Memberikan masukan dan rekomendasi perbaikan untuk peningkatan kinerja.
- d. Menyusun laporan kegiatan secara sistematis sebagai dokumentasi dan bahan evaluasi.

Fungsi pengendalian bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan terkait kualitas, kuantitas, biaya, atau waktu. Fungsi ini dijalankan pada semua tingkatan dalam struktur organisasi. Laporan kemajuan kerja dan dokumen terkait lainnya merupakan bagian penting dari pengendalian, sehingga harus disiapkan dengan tepat dan akurat agar efektif. Selain itu, laporan harus disimpan secara sistematis untuk referensi di masa mendatang, sehingga diperlukan sistem pengarsipan yang rapi dan konsisten, termasuk format laporan yang baik dan ketepatan waktu penyampaiannya. Fungsi kontrol dalam manajemen proyek antara lain (Dimayati, 2016) :

1. Menilai apakah pemanfaatan sumber daya telah berjalan secara efisien dan efektif sesuai dengan rencana.
2. Menyusun laporan untuk mengevaluasi kemajuan penggunaan sumber daya serta melakukan pengujian kualitas atau pengukuran kinerja teknologi.

3. Mencatat laporan secara akurat untuk memungkinkan perbandingan antara kinerja aktual dan kinerja yang direncanakan.
4. Melakukan tindakan perbaikan apabila diperlukan berdasarkan hasil evaluasi.

3.2.4 Aspek-Aspek dalam Manajemen

Dalam manajemen proyek, penting untuk memastikan bahwa hasil proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah direncanakan. Hal ini menuntut identifikasi berbagai permasalahan yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek. Beberapa aspek yang dapat menimbulkan masalah dan memerlukan penanganan yang cermat dalam manajemen proyek antara lain (Husen, 2010) :

1. Aspek keuangan: Permasalahan pada aspek ini berkaitan dengan pembiayaan proyek, termasuk pengadaan dana melalui modal sendiri atau pinjaman dari bank maupun investor, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Pembiayaan menjadi sangat krusial, terutama untuk proyek berskala besar dengan tingkat kompleksitas tinggi, sehingga memerlukan analisis keuangan yang cermat dan terencana.
2. Aspek anggaran biaya: Permasalahan pada aspek ini terkait dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama pelaksanaan proyek. Perencanaan yang matang dan rinci memudahkan pengendalian biaya, sehingga pengeluaran tetap sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan. Sebaliknya, perencanaan yang kurang tepat dapat menyebabkan pembengkakan biaya yang signifikan dan merugikan proyek.
3. Aspek manajemen produksi: Permasalahan pada aspek ini berkaitan dengan kualitas dan hasil akhir proyek. Hasil proyek dapat menjadi kurang optimal jika perencanaan dan pengendalian tidak dijalankan dengan baik. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan berbagai upaya seperti peningkatan produktivitas sumber daya manusia, peningkatan efisiensi proses kerja, serta peningkatan kualitas hasil melalui jaminan mutu dan pengendalian mutu.
4. Aspek harga: Permasalahan pada aspek ini muncul akibat kondisi

eksternal, terutama persaingan harga, yang dapat merugikan perusahaan. Hal ini terjadi ketika biaya produksi produk yang dihasilkan tinggi sehingga membuat produk kurang kompetitif dibandingkan dengan produk lainnya.

5. Aspek efektivitas dan efisiensi: Permasalahan pada aspek ini dapat merugikan apabila fungsi dari produk yang dihasilkan tidak tercapai atau tidak efektif. Selain itu, masalah juga dapat muncul jika faktor efisiensi tidak terpenuhi, sehingga proses produksi memerlukan biaya yang lebih besar dari yang seharusnya.
6. Aspek pemasaran: Permasalahan pada aspek ini muncul akibat faktor eksternal, seperti persaingan harga, strategi promosi, kualitas produk, maupun kesalahan dalam analisis pasar terkait produk yang dihasilkan.
7. Aspek mutu: Permasalahan pada aspek ini berkaitan dengan kualitas produk akhir, yang sangat berpengaruh terhadap daya saing produk di pasar serta tingkat kepuasan pelanggan.
8. Aspek waktu: Permasalahan pada aspek ini terkait dengan jadwal pelaksanaan proyek. Keterlambatan dapat menimbulkan kerugian biaya, sedangkan percepatan pelaksanaan dapat memberikan keuntungan bagi proyek.

3.3 Manajemen Pekerjaan

Manajemen merupakan upaya manusia untuk mencapai hasil secara efisien dan efektif. Sementara itu, pekerjaan didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas rutin yang dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian, manajemen pekerjaan adalah upaya terencana untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan secara jelas, seefisien dan seefektif mungkin. Untuk mencapai sasaran tersebut, diperlukan pemanfaatan berbagai sumber daya, termasuk sumber daya manusia, yang merupakan faktor kunci dalam keseluruhan proses. (Nugraha, 1986)

Manajemen pekerjaan merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditetapkan. Lebih lanjut, manajemen proyek menerapkan

pendekatan sistem hierarki (alur kegiatan) yang mencakup hubungan vertikal maupun *horizontal* antar aktivitas. Konsep manajemen pekerjaan megandung hal-hal pokok sebagai berikut (soeharto, 1995) :

1. Menerapkan konsep manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya, meliputi manusia, dana, dan material.
2. Mengelola kegiatan dengan jangka waktu pendek dan sasaran yang telah ditetapkan secara spesifik, sehingga memerlukan teknik dan metode pengelolaan khusus, terutama pada aspek perencanaan dan pengendalian.
3. Menggunakan pendekatan sistem (*system approach to management*) dalam pengelolaan proyek.
4. Menerapkan hirarki atau alur kegiatan yang mencakup struktur *horizontal* sekaligus *vertical*.

3.3.1 Perencanaan dan Strategis Pekerjaan

Perencanaan memiliki peran penting dalam menyatukan dan mengoordinasikan tenaga kerja, serta menciptakan komunikasi yang efektif antara pihak yang memberi tanggung jawab. Selain itu, perencanaan juga menjadi dasar untuk pengendalian pekerjaan. Tanpa adanya landasan dan target yang jelas, sulit untuk mengetahui apakah pekerjaan berjalan tepat waktu maupun apakah anggaran yang digunakan sudah sesuai dengan yang direncanakan. Perencanaan bertujuan untuk (Tamin, 1994) :

1. Mengkordinasikan pekerjaan-pekerjaan dalam kegiatan
2. Menetapkan petugas, kapan dan dimana
3. Menetapkan sumber daya yang diperlukan
4. Menjadwalkan sumber daya
5. Menetapkan dan mendefinisikan tanggung jawab
6. Berkomunikasi dengan seluruh pihak yang terlibat
7. Melakukan kordinasi dengan pihak-pihak terkait
8. Mengontrol kemajuan pekerjaan
9. Mengestimasi jadwal penyelesaian pekerjaan

10. Mengatasi permasalahan yang timbul dan perubahan-perubahan yang harus dilakukan

Proses perencanaan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi meliputi pemilihan dan penentuan teknologi serta metode konstruksi yang akan diterapkan. Hal ini juga mencakup penetapan dan pemilihan jasa atau keahlian yang relevan untuk dilibatkan dalam proses konstruksi. Pada dasarnya, kegiatan ini merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang menyatukan berbagai faktor dan variabel yang saling memengaruhi, yang harus dikombinasikan secara tepat sesuai dengan karakteristik pekerjaan yang sedang dilaksanakan. Oleh karena itu, proses perencanaan dalam sistem rekayasa konstruksi, pada tahap awal, lebih bersifat sebagai suatu proses eksperimentasi. (Dipohusodo, 1996).

3.4 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan seperangkat kebijakan dan mekanisme dalam suatu sistem operasi yang berfungsi untuk mengatur urutan pelaksanaan pekerjaan oleh sistem komputer. (Heizer, Jay dan Render, Barry, 2006).

Terdapat berbagai metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk menganalisis alokasi waktu dan sumber daya, di mana masing-masing metode memiliki kelebihan dan keterbatasannya sendiri. Pemilihan metode didasarkan pada persyaratan kinerja penjadwalan serta tujuan yang ingin dicapai. Kinerja waktu proyek akan secara langsung memengaruhi kinerja biaya dan kinerja keseluruhan proyek. (Husen, 2011).

1. Identifikasi Aktivitas Work Breakdown Struktur (WBS)

Proses penjadwalan dimulai dengan identifikasi aktivitas proyek. Identifikasi ini dilakukan agar setiap aktivitas dapat dimonitor dengan mudah dan dipahami cara pelaksanaannya. Dengan demikian, tujuan proyek yang telah ditetapkan dapat tercapai sesuai dengan jadwal yang direncanakan. (Husen, 2011).

Work Breakdown Structure (WBS) umumnya disajikan dalam bentuk diagram struktur dan hierarki, atau diagram pohon (*tree structure diagram*). Penyusunan

WBS dilakukan dengan pendekatan *top-down*, bertujuan agar setiap komponen kegiatan tetap berfokus pada pencapaian tujuan proyek. WBS menggambarkan proyek dengan membaginya menjadi sub-komponen yang lebih rinci, hingga mencapai serangkaian aktivitas beserta estimasi biaya yang terkait dengan masing-masing aktivitas tersebut. WBS juga memudahkan penjadwalan dan pengendalian karena merupakan elemen perencanaan yang terdiri dari kerangka-kerangka seperti di bawah ini. (Husen, 2011).

- a. Kerangka penjabaran program
 - b. Kerangka perencanaan detail
 - c. Kerangka pembiayaan
 - d. Kerangka penjadwalan
 - e. Kerangka cara pelaporan
 - f. Kerangka penyusunan organisasi
2. Penyusunan Urutan Kegiatan

Penyusunan urutan kegiatan berkaitan dengan penempatan setiap kegiatan pada posisi yang tepat dalam jadwal proyek, yaitu menentukan apakah suatu kegiatan harus dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan lain, setelah kegiatan sebelumnya selesai, atau sebelum kegiatan lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. *technological constraints*, yang meliputi metode konstruksi, prosedur dan kualitas
 - b. *Managerial constraints*, yang meliputi sumber daya, waktu, biaya, dan kualitas
 - c. *External constraints*, yaitu meliputi cuaca, peraturan, dan bencana alam
- (Husen, 2011).

Beberapa metode yang umum digunakan untuk menangani permasalahan penjadwalan proyek antara lain *Critical Path Method* (CPM), *Precedence Diagram Method* (PDM), teknik *Bar Chart–Kurva S*, *Line of Balance* (LoB), dan *Project Evaluation and Review Technique* (PERT). Selain itu, terdapat pula metode penjadwalan lain seperti *Linear Scheduling Method* (LSM), *Vertical Production Method* (VPM), *Repetitive Scheduling Method* (RSM), *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH), *Ranked Position Weight Method* (RPWM), *Probabilistic*

Network Evaluation Technique (PNET), serta berbagai metode lain yang terus dikembangkan hingga saat ini. Metode-metode penjadwalan yang telah umum digunakan tentu sudah dikenal luas, dan berikut ini akan disajikan beberapa metode yang merupakan hasil pengembangan dari metode-metode tersebut. (Soeharto, 1995).

3.5 Network Planning

Jaringan kerja (*network planning*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk merencanakan, mengatur, dan mengendalikan aktivitas dalam proyek konstruksi. Dalam analisis jaringan kerja, terdapat sistem pengendalian yang mencakup berbagai jenis aktivitas, seperti aktivitas tunggal, aktivitas gabungan, aktivitas paralel, serta jalur kritis. Jaringan kerja juga dapat diartikan sebagai representasi proses dan tahapan dari setiap kegiatan, yang bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap alur pekerjaan dalam suatu proyek secara menyeluruh. (Husein, 2018).

Pelaksanaan proyek menuntut adanya metode yang efektif untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian, terutama ketika menghadapi berbagai kegiatan yang kompleks. Oleh karena itu, dikembangkan metode jaringan (*network planning*) yang mampu menyajikan proses perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek secara sistematis dan terstruktur (Andhika, 2017).

Rencana yang telah disusun dapat dijadikan sebagai pedoman dalam pelaksanaan konstruksi. Rencana tersebut berfungsi untuk menentukan pemanfaatan berbagai teknologi serta metode konstruksi dalam melaksanakan kegiatan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, jadwal digunakan untuk menggambarkan urutan kegiatan secara logis dan sistematis sehingga memudahkan pemahaman serta koordinasi. Sementara itu, fungsi pengendalian dilakukan untuk memantau jalannya pelaksanaan proyek dengan menitikberatkan pada aspek kualitas, guna memastikan bahwa hasil pekerjaan memenuhi standar dan spesifikasi yang telah ditentukan.

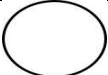
Pada saat yang sama, Ali (1992) menyatakan bahwa perencanaan jaringan merupakan salah satu model yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dengan hasil berupa informasi mengenai aktivitas yang tergambar dalam diagram jaringan proyek. Informasi tersebut mencakup penggunaan sumber daya pada setiap kegiatan serta jadwal pelaksanaan yang terkait (Ali,1992).

(Soeharto, 1999)mengemukakan bahwa kegunaan *network planning* adalah:

1. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen, dengan hubungan kebergantungan yang kompleks
2. Membuat perkiraan jadwal yang paling ekonomis
3. Mengusahakan fluktuasi minimal menggunakan sumber daya

Jaringan kerja merupakan rangkaian aktivitas yang saling berkaitan dalam penyelesaian suatu proyek, yang disusun berdasarkan urutan serta hubungan ketergantungan antar kegiatan. Dengan demikian, suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas pendahulunya diselesaikan terlebih dahulu. Simbol yang digunakan untuk menggambarkan jaringan dapat dilihat pada tabel 3.1(Hayun 2005)

Tabel 3. 1 simbol-simbol network planning
Sumber: (Hayun, 2005)

Simbol	Keterangan
 (anak panah)	Suatu aktivitas direpresentasikan dengan anak panah, sedangkan arah anak panah menunjukkan arah pelaksanaan aktivitas tersebut. Representasi ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar kegiatan, yaitu aktivitas yang mendahului (<i>predecessor activity</i>) dan aktivitas yang mengikuti (<i>successor activity</i>).
 (Node)	Setiap peristiwa (<i>event</i>) dalam aktivitas proyek direpresentasikan oleh sebuah simpul (<i>node</i>). Peristiwa atau <i>event</i> tersebut dapat

	diartikan sebagai titik awal maupun titik pertemuan dari satu atau beberapa aktivitas dalam jaringan kerja.
 (<i>Dummy</i>)	Aktivitas <i>dummy</i> digunakan untuk membatasi atau menunjukkan hubungan ketergantungan dalam memulai suatu aktivitas. Dummy berfungsi sebagai alat bantu dalam merepresentasikan keterkaitan antar kegiatan dalam jaringan kerja. Perbedaan utama antara aktivitas <i>dummy</i> dan aktivitas normal terletak pada penggunaan waktu dan sumber daya, di mana aktivitas <i>dummy</i> tidak memerlukan waktu maupun sumber daya, sehingga durasi dan biayanya bernilai nol.
 (Anak Panah dengan Garis Tebal)	Menunjukkan kegiatan kritis

Pada Tabel 3.1 Penggunaan simbol-simbol dalam jaringan kerja harus mengikuti beberapa ketentuan. Pertama, di antara dua kejadian (*event*) yang sama hanya diperbolehkan terdapat satu anak panah yang merepresentasikan aktivitas. Kedua, setiap aktivitas dinyatakan dengan menggunakan huruf atau nomor yang merujuk pada kejadian tertentu. Ketiga, arah aktivitas harus mengalir dari kejadian dengan nomor yang lebih rendah menuju kejadian dengan nomor yang lebih tinggi. Selain itu, diagram jaringan hanya memiliki satu kejadian awal (*initial event*) sebagai titik dimulainya proyek dan satu kejadian akhir (*terminal event*) sebagai titik penyelesaian proyek. (Hayun, 2005).

Network palanning juga memiliki manfaat saat mengaplikasikannya, manfaat tersebut adalah sebagai berikut (Ervianto, 2005):

1. Dapat mengerti hubungan ketergantungan antar aktivitas dengan cara menggambarkan suatu logika serta dapat membuat perencanaan proyek yang

lebih detail.

2. Dapat mengetahui waktu-waktu yang diperlukan oleh setiap aktivitas sehingga apabila terjadi penyimpangan, pelaksanaan proyek dapat memperkirakan Tindakan pencegah.
3. Dapat mengetahui mana aktivitas yang dapat ditunda atau harus segera dikerjakan.
4. Membantu menyampaikan proses kerja dari suatu proyek.
5. Dapat membantu dalam mencapai hasil yang efisien dari segi biaya dan sumber daya.
6. Membantu menganalisis setiap aktivitas proyek sehingga dapat mengetahui risiko apa saja yang mungkin terjadi.

3.6 CPM (Critical Path Method)

Critical Path Method (CPM) merupakan suatu metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur aktivitas terpanjang dalam jaringan kerja proyek, yang dikenal sebagai lintasan kritis (*critical path*). Jalur ini menentukan durasi minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Critical Path Method (CPM) digunakan untuk menentukan jalur kritis dalam suatu proyek. CPM merupakan teknik manajemen yang mengintegrasikan perencanaan dan pengendalian proyek, serta menjadi sistem yang paling banyak digunakan di antara semua metode yang menerapkan prinsip-prinsip pembentukan jaringan. Jalur kritis terdiri atas rangkaian kegiatan penting, dimulai dari aktivitas pertama hingga aktivitas terakhir proyek. Jalur ini memiliki peranan krusial dalam pelaksanaan proyek, karena setiap keterlambatan pada kegiatan yang termasuk jalur kritis akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Dalam beberapa kasus, suatu proyek dapat memiliki lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerjanya.

Metode jalur kritis (*Critical Path Method* atau CPM) dikembangkan pada tahun 1957 oleh Kelly dari Remington-Rand dan Walker dari DuPont, yang masing-masing merupakan seorang insinyur dan ahli matematika. Pada awalnya, CPM

memiliki peran penting dalam perencanaan dan pengendalian proyek, terutama pada bidang konstruksi, pemeliharaan, dan desain teknik. Metode ini pertama kali diterapkan untuk mendukung pembangunan sebuah pabrik kimia milik DuPont. (Wijaya, 2013).

Metode jalur kritis merupakan metode berbasis jaringan yang menerapkan prinsip penyeimbangan biaya dan waktu secara linier. Dengan memberikan biaya tambahan pada suatu aktivitas tertentu, durasi penyelesaian aktivitas tersebut dapat dipercepat. Dengan demikian, apabila waktu penyelesaian proyek dianggap tidak memadai, beberapa kegiatan dapat dipercepat agar proyek dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat. (Schroeder, 1996).

CPM digunakan apabila tidak ada waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, dimana penyimpangan relative kecil atau dapat diabaikan (Harjanto, 2011).

Critical Path Method (CPM) merupakan metode berbasis jaringan yang menerapkan prinsip keseimbangan waktu-biaya secara linier. Melalui metode ini, setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari durasi normalnya dengan mempersingkat jalannya aktivitas tertentu melalui tambahan biaya yang diperlukan. CPM juga merupakan teknik perencanaan proyek yang memanfaatkan algoritma matematis untuk menghitung durasi proyek secara keseluruhan. Penentuan durasi proyek dilakukan dengan menggunakan perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*), sehingga jadwal pelaksanaan setiap aktivitas dapat ditentukan secara tepat. (Soeharto, 1999).

1. Perhitungan maju (*forward pass*) merupakan salah satu metode dalam identifikasi jalur kritis, yang dilakukan dengan menentukan waktu paling awal (*earliest time*) setiap peristiwa (*event*) dari awal proyek hingga peristiwa terakhir. Metode ini membantu mengetahui kapan setiap aktivitas dapat dimulai secara optimal tanpa menunda proyek secara keseluruhan., seperti pada persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$EF = ES + D \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana:

EF : waktu selesai paling awal suatu event

ES : waktu mulai paling awal suatu event

D : durasi kegiatan yang bersangkutan

2. Perhitungan mundur (*backward pass*) dilakukan mulai dari ujung jaringan kerja, yaitu hari terakhir penyelesaian proyek. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis kapan suatu aktivitas dapat dimulai sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan keterlambatan pada jadwal proyek secara keseluruhan. Sesuai perhitungan maju diatas seperti pada Persamaan 3.2 sebagai berikut:

$$LF = LS - D \dots\dots\dots(3.2)$$

dimana :

LS : waktu paling awal suatu event boleh diselesaikan

LF : waktu paling akhir suatu event boleh selesai

3. Float (Slack Time) merupakan kelonggaran waktu suatu aktivitas tanpa mempengaruhi durasi proyek. Dengan persamaan pada 3.3 sebagai berikut:

$$Float = LS - ES \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana :

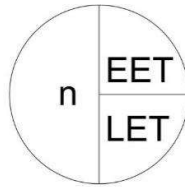
LS : waktu paling awal suatu event boleh diselesaikan

ES : waktu mulai paling awal suatu event

Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja CPM menurut Soeharto, (1999) yaitu :

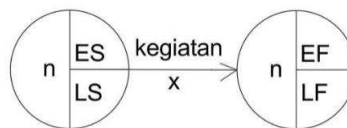
1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkaran proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan;
2. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan
3. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek
4. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

Untuk membedakan setiap peristiwa (*event*) dalam jaringan kerja, setiap peristiwa diberi nomor urut yang meningkat. Pemberian nomor dengan jarak tertentu dianggap lebih baik, karena memberikan fleksibilitas apabila diperlukan penambahan kegiatan baru di kemudian hari tanpa mengganggu urutan atau logika jaringan kerja. Model lingkaran dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 2 Lingkaran Kegiatan
Sumber : (Soeharto, 1999)

Pada Gambar 3.2 ditampilkan lingkaran yang merepresentasikan suatu peristiwa (*event*). Di dalam lingkaran tersebut tercantum nomor peristiwa (*n*), waktu paling awal peristiwa dapat terjadi (*Earliest Event Time* / EET), serta waktu paling akhir peristiwa diperbolehkan terjadi (*Latest Event Time* / LET). Representasi ini memudahkan pemahaman terhadap jadwal pelaksanaan aktivitas dan analisis jalur kritis proyek.



Gambar 3. 3 Lingkara Kegiatan
Sumber : (Soeharto, 1999)

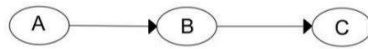
Gambar 3.3 memperlihatkan hubungan antar peristiwa dalam jaringan kerja dengan menggunakan simbol-simbol penjadwalan. *Earliest Start Time* (ES) menunjukkan waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai. *Latest Start Time* (LS) menunjukkan waktu paling lambat kegiatan dapat dimulai tanpa menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek. *Earliest Finish Time* (EF) merupakan waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan, yang diperoleh dari penjumlahan ES dengan durasi kegiatan. Sedangkan *Latest Finish Time* (LF) merupakan waktu paling akhir kegiatan dapat diselesaikan tanpa menunda

penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang dihitung sebagai LS ditambah durasi kegiatan. Representasi ini memudahkan analisis jalur kritis dan penjadwalan kegiatan proyek. (Handoko, 2000).

3.6.1 Hubungan Antara Simbol dan Kegiatan

Hubungan antar symbol dan kegiatan dinyatakan sebagai berikut: (soeharto, 1999)

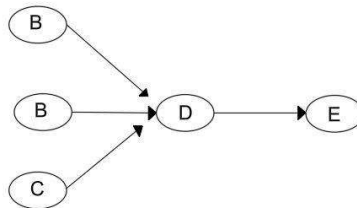
1. Aktivitas B hanya dapat dimulai setelah penyelesaian aktivitas A, sehingga keduanya memiliki hubungan seri dalam urutan pelaksanaan proyek. Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 4 Antar Simbol
Sumber : (Soeharto, 1999)

Pada gambar 3.4 memperlihatkan hubungan dalam jaringan kerja (*network*) di mana aktivitas A harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum aktivitas B dapat dimulai. Setelah aktivitas B selesai, pelaksanaan dilanjutkan dengan aktivitas C hingga seluruh rangkaian kegiatan tersebut tuntas.

2. Aktivitas D hanya dapat dimulai setelah seluruh rangkaian kegiatan A, B, dan C selesai dikerjakan, sehingga hubungan antar kegiatan menunjukkan ketergantungan berurutan (*sequential dependency*). Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada gambar berikut:

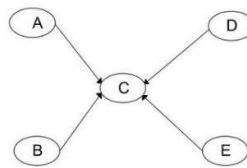


Gambar 3. 5 Hubungan Antar Simbol
Sumber : (Soeharto, 1999)

Pada gambar 3.6 memperlihatkan hubungan dalam jaringan kerja (*network*), di mana rangkaian kegiatan A, B, dan C dikerjakan hingga selesai terlebih dahulu. Setelah itu, aktivitas D dilaksanakan hingga selesai, dan

selanjutnya diikuti oleh pelaksanaan aktivitas E hingga seluruh rangkaian kegiatan tersebut tuntas.

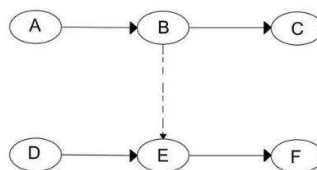
3. Setelah aktivitas A dan B selesai, pelaksanaan dilanjutkan ke aktivitas C, kemudian diikuti oleh pelaksanaan aktivitas D dan F, menunjukkan urutan kegiatan yang saling bergantung secara berurutan dalam jaringan kerja proyek. Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 6 Hubungan Antar Simbol
Sumber : (Soeharto, 1999)

Pada gambar 3.7 Aktivitas C dapat dilaksanakan setelah penyelesaian kegiatan A dan B. Selanjutnya, aktivitas D dan E baru dapat dimulai setelah kegiatan C selesai, sehingga menunjukkan ketergantungan berurutan antar kegiatan dalam jaringan kerja proyek.

4. Aktivitas BE direpresentasikan sebagai aktivitas *dummy*, yang berfungsi sebagai alat bantu untuk menunjukkan hubungan ketergantungan antar kegiatan tanpa memerlukan waktu maupun sumber daya. Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 7 Hubungan Antar Simbol
Sumber : (Soeharto, 1999)

Pada gambar 3.8 memperlihatkan bahwa kegiatan BE merupakan aktivitas *dummy*. Aktivitas *dummy* adalah kegiatan fiktif yang tidak memerlukan durasi

maupun sumber daya, dan berfungsi untuk menunjukkan hubungan ketergantungan antar kegiatan dalam jaringan kerja proyek.

3.6.2 Jalur Kritis (Critical Path Method)

Jaringan kerja merupakan kerangka (*framework*) bagi sistem informasi proyek yang digunakan oleh manajer proyek untuk mengambil keputusan terkait waktu, biaya, dan kinerja proyek. Jaringan kerja menyediakan informasi mengenai kapan suatu kegiatan dapat dimulai dan diselesaikan, serta sejauh mana kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa memengaruhi jadwal keseluruhan proyek. (Gray, 2006).

Suatu peristiwa (*event*) dikatakan termasuk dalam jalur kritis jika *Latest Start* (LS) sama dengan *Earliest Start* (ES) dan *Latest Finish* (LF) sama dengan *Earliest Finish* (EF). Berdasarkan ketentuan ini, untuk menentukan jalur kritis dalam suatu jaringan kerja diperlukan perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*). (Soeharto, 1999)

1. Cara menentukan lintasan kritis

Cara menentukan lintasan kritis dalam suatu perencanaan jaringan kerja dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan yang mempunyai nilai.

$$\text{Free Float dan Total Float} = \text{Nol}$$

Lintasan kritis juga dapat ditentukan dengan mencari lintasan durasi terpanjang.

2. Identifikasi jalur kritis

Dengan bertambahnya jumlah parameter dalam suatu proyek, perhitungan untuk mengidentifikasi aktivitas dan jalur kritis menjadi lebih kompleks, karena semakin banyak faktor yang harus diperhitungkan. Untuk itu, dilakukan analisis menggunakan metode serupa AOA/CPM, dengan tetap memperhatikan berbagai *constraint* atau batasan yang terkait dalam proyek. Suharto, (1995).

Ada beberapa keuntungan yang didapatkan saat mengetahui jalur kritis pada suatu proyek, diantaranya adalah (Levin, 2007):

1. Melakukan penundaan aktivitas pada jalur kritis mengakibatkan durasi proyek juga akan tertunda penyelesaiannya.

2. Waktu penyelesaian proyek selesai dengan cepat apabila aktivitas pada jalur kritis juga dipercepat penyelesaiannya.
3. Melakukan pengawasan terhadap jalur kritis yang tepat.
4. Time slack atau waktu idle termasuk dalam aktivitas non-kritis sehingga pelaksanaan proyek dapat mengatur ulang transfer sumber daya, biaya, dan peralatan ke aktivitas jalur kritis untuk akurasi dan efisiensi.

Selisih waktu total (*total slack*) merupakan durasi maksimum yang diperbolehkan untuk menunda suatu kegiatan proyek tanpa memengaruhi jadwal penyelesaian keseluruhan proyek. Menurut Levin (2007), selisih waktu total dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Slack = LS - ES \text{ atau } Slack = LF - EF$$

di mana

$LS = Latest\ Start$

$ES = Earliest\ Start$

$LF = Latest\ Finish$

$EF = Earliest\ Finish$

Kegiatan yang memiliki selisih waktu total (*total slack*) sebesar nol dikategorikan sebagai kegiatan kritis dan termasuk dalam jalur kritis. Jalur kritis terdiri dari rangkaian aktivitas kunci yang menghubungkan awal proyek hingga akhir proyek. Sebaliknya, jalur non-kritis memiliki fleksibilitas waktu, sehingga aktivitas pada jalur ini dapat disesuaikan dalam batas selisih waktu totalnya tanpa memengaruhi durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan. (Levin, 2007).