

BAB II

LANDASAN TEORI

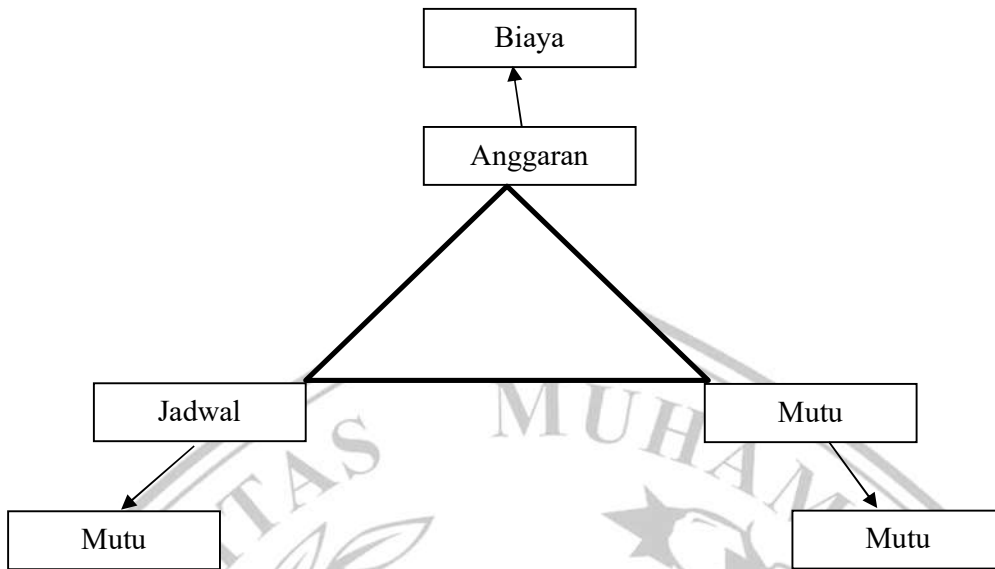
2.1 Proyek

Proyek dengan sumber daya yang terbatas serta dapat selesai pada durasi tertentu tanpa mengabaikan sasaran dari proyek dengan kesepakatan yang ada adalah merupakan tujuan proyek sendiri yang mana berupa kegiatan sendiri baik dalam bentuk bangunan atau infrastruktur (Gazalba, 2005). Agar proyek bekerja secara optimal, perlu meminimalisir terjadinya penyimpangan dengan standar proyek konstruksi yang wajib dicapai. Baik dalam batasan kurun waktu, biaya, mutu dan keselamatan kerja. Bagi sasaran proyek penting adanya empat batasan yang dijadikan acuan, yang sering kali diasosiasikan untuk penyelenggaraan proyek. *Man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi) dan *time* (waktu) merupakan sesuatu yang diperlukan oleh proyek atau faktor proyek.

Sering terjadi pembengkakan pada biaya serta adanya keterlambatan pada durasi proyek. Akan tetapi, agar sesuai dengan target awal mutu konstruksi juga tidak jauh dari penjagaannya. Pihak yang berhubungan terhadap dilaksanakan proyek konstruksi seperti pemilik, perencana (konsultan), pelaksana kontraktor, pengawas (konsultan), penyanggah dana, pemerintah (regulasi), pemakai bangunan dan masyarakat (Soeharto Iman, 1999)

Proyek dapat diartikan sebagai upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (NURHIDAYAT et al., 2021)

Di dalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan biaya (anggaran) yang dialokasikan, dan jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan diatas disebut juga tiga kendala (*triple constrain*) yang sering di asosiasikan sebagai sasaran proyek. Seperti yang tergambar di bawah ini (Fazis & Tugiah, 2022)



Gambar 2.1. Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala

1. Anggaran Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
2. Jadwal Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.
3. Mutu Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan.

Meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya berakibat pada naiknya biaya melebihi anggaran. Sebaliknya bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

2.2 Manajemen Proyek

Dari awal sampai selesainya proyek merupakan manajemen proyek yang terdiri dari semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian serta koordinasi suatu proyek, yang mana tujuan dari manajemen proyek adalah guna sebagai jaminan dilaksanakan sebuah proyek secara tepat waktu, biaya, dan mutu (Ervianto, 2023). Menurut (GULO, 2023) melalui aplikasi dan tahapan proses manajemen proyek dilaksanakan *initiating, planning, executing, monitoring* dan *controlling* serta terakhir

closing dalam seluruh proses proyek tersebut. Terdapat kendala-kendala yang membatasi setiap melaksanakan suatu proyek yang mana bersifat saling berkaitan dan mempengaruhi. Hal tersebut sering disebut dengan segitiga project constraint yaitu terdiri dari biaya, waktu dan mutu. Dalam menentukan kualitas suatu proyek, perlu adanya keseimbangan ketiga konstrain tersebut.

Sedangkan menurut (Sugiyarto et al., 2013) manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu. Manajemen proyek mempergunakan personel perusahaan untuk ditempatkan pada tugas tertentu dalam proyek.

Menurut (Untu et al., 2014), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu:

- a. Penyusunan jadwal (scheduling), anggaran (budgeting), kebutuhan sumber daya manusia (manpower planning), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (controlling)
- c. Manajemen proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu :
- d. Perencanaan Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.
- e. Penjadwalan Fase ini menghubungkan orang, uang dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
- f. Pengendalian Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelolah kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

(Samsudin et al., 2021) menyatakan tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut :

1. Tepat waktu (on time) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti

penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.

2. Tepat anggaran (on budget) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
3. Tepat spesifikasi (on specification) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggungjawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi tugas dan tanggungjawab yang dilakukan secara bersamaan. Apabila fungsi manajemen proyek dapat direalisasikan dengan jelas dan terstruktur maka tujuan akhir dari proyek akan mudah untuk diwujudkan. Tujuan sebuah proyek diantaranya diantaranya :

- a. Ketepatan waktu pengerjaan.
- b. Tepat kualitas.
- c. Tepat kuantitas.
- d. Tepat biaya sesuai dengan biaya rencana.
- e. Tidak adanya gejolak dengan masyarakat sekitar.
- f. Tercapainya K3 yang baik.

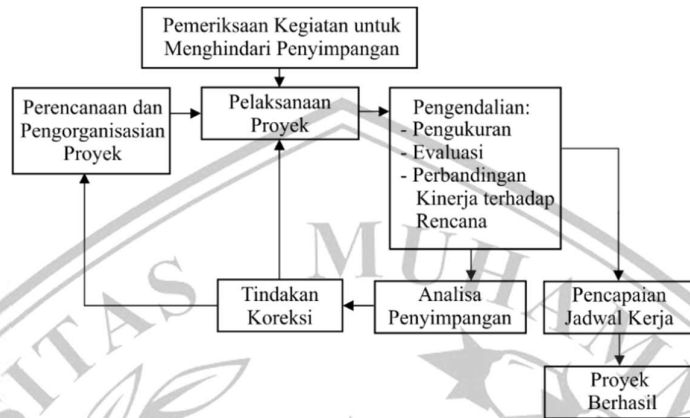
2.3 Pengendalian Proyek

(Mobiliu, 2016) pengendalian merupakan usaha agar dapat menjadikan acuan yang sesuai dengan target pada proyek dengan menggunakan sistem, membandingkan penerapan dengan standar, menganalisa penyimpangan standar dengan pelaksanaannya dengan peluang yang ada, mendesain sistem informasi, kemudian melakukan tahap perbaikan agar bermanfaat dengan efektif dan efisien yang mana diperlukan melalui *resource* agar mencapai suatu tujuan.

Untuk merealisasikan setiap tahap memiliki kinerja yang sangat baik dalam keberlangsungan ruang lingkup proyek dilakukan prosedur pengendalian. Membuat perencanaan dengan fungsi sebagai acuan bagi pelaksanaan aktivitas pekerjaan. Patokan implementasi merupakan patokan yang di lakukan pada proyek yang berkaitan, mencakup spesifikasi anggaran, jadwal dan teknik.

2.3.1 Langkah Operasional Pengendalian Proyek

Menurut (Kartini et al., 2022) dalam bukunya memberikan gambaran langkah-langkah operasional pengendalian proyek, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.2 Langkah-langkah Proses Pengendalian Kinerja (Sumber : Dipohusodo,1996)



2.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Hal yang wajib dilaksanakan sebelum dilakukan nya poyek konstruksi adalah menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB). Menurut Siswanto dan Salim(2019), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan banyaknya biaya yang diperlukan untuk upah maupun bahan pada sebuah pekerjaan proyek konstruksi. Pada RAB berisikan data volume, harga satuan, serta total harga dari berbagai macam jenis material dan upah tenaga yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek. Yang mana RAB memuat *real cost* dari proyek yang sedang berjaladengan fungsi dijadikan sebagai parameter melaksanakan suatu pekerjaan. Kemudian ditentukan biaya borongan untuk dilelang yang didapat dari *real cost* ini. RAB adalah total dari RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) dan keuntungannya.

Biaya langsung (*direct cost*) dan Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan bagian dari RAP. Biaya yang wajib ada dan sekalipun tidak dapat lepas dari proyek serta biaya yang berhubungan dengan konstruksi tidak secara langsung merupakan biaya tidak langsung yang mana meliputi biaya-biaya overhead seperti pengawasan, administrasi, konsultan, bunga dan biaya lainnya/biaya tak terduga. Sedangkan biaya yang bersifat normal adalah biaya langsung yang meliputi biaya upah, material, alat. Pada biaya langsung menggunakan metode dengan durasi normal sehingga mengurangi waktu akan adanya penambahan biaya dari kegiatan proyek. Oleh karena itu, biaya akan lebih banyak untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) dibandingkan biaya untuk durasi waktu yang normal (Intan et al., 2018). Untuk mencapai suatu tujuan proyek konstruksi dibutuhkannya kegiatan pengendalian biaya. Dalam hal ini, pada masing-masing daerah akan berbeda-beda anggaran biaya pada bangunannya, yang disebabkan karena perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja (Intan et al., 2018).

2.5 Penjadwalan

Penjadwalan proyek merupakan bagian dari hasil dilakukannya perencanaan yang dapat memberitahukan tentang kemajuan proyek yang mencakup kinerja material, peralatan, tenaga kerja, dan kinerja sumber daya serta progress waktu untuk dilakukannya penyelesaian proyek. Dalam hal ini, penjadwalan juga mampu memberikan informasi tentang jadwal rencana (Intan et al., 2018). Dapat terciptanya korelasi antar masing-masing kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek dengan cara melakukan penentuan kapan setiap kegiatan akan dimulai, ditunda dan diselesaikan.

Dengan dilakukannya penjadwalan dalam suatu proyek bisa diketahui waktu kegiatan dimulai, ditunda, atau diselesaikan, sehingga sumber daya yang tersedia dapat digunakan dengan efisien. Dalam proyek, diperlukan penjadwalan pada kegiatan dengan tujuan suatu proyek dapat berjalan lancar secara efektif dan efisien. Maka dari itu pihak pelaksana akan membuat jadwal kegiatan (*time schedule*). Dalam hal ini dapat memudahkan dan meringankan pimpinan proyek dalam mengkoordinasi elemen pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi dan keefektifan kerja yang tinggi (Fitrianto, 2019). Terdapat berbagai metode untuk mengatur jadwal kegiatan yang sudah di rencanakan, antara lain :

a. Bagan (*Gantt Chart*)

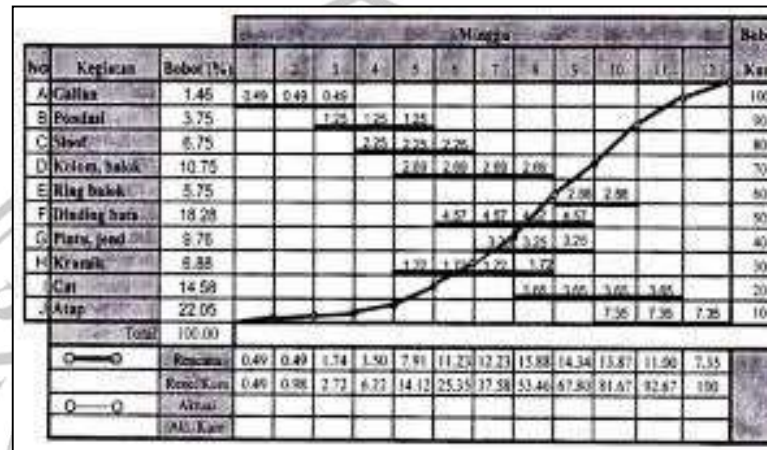
Gantt dan Fredick W. Taylor menemukan metode yang disebut Barchart. Dalam metode ini, informasi disajikan dalam bentuk balok dan durasi setiap kegiatan digambarkan dengan panjang balok tersebut. Pada metode ini terdapat sumbu Y dan Sumbu X dalam penggunaannya, sumbu Y menyatakan jenis kegiatan proyek, sedangkan sumbu X menyatakan waktu durasi pada proyek (Intan et al., 2018)

b. Kurva S

Setelah dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya serta menganalisa harga satuan pekerja, selanjutnya dapat dikerjakan pembuatan kurva S. Kurva S seringkali pada proyek digunakan sebagai salah satu metode untuk merencanakan pengendalian biaya yang efektif. Penggambaran kurva S adalah bentuk visualisasi dari kemajuan pekerjaan dalam bentuk kumulatif yang disajikan dengan sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal yang mana kemajuan pekerjaan dalam kurva S diartikan sebagai prosentase bobot (Auliansyah et al., 2022).

Kemajuan proyek dapat diberikan informasi melalui Kurva S yang ada di proyek. Keterlambatan pada jadwal proyek dapat diketahui dengan dilakukan perbandingan kurva realisasi di lapangan dengan kurva rencana. Berikut merupakan penggambaran kurva S rencana dengan kombinasi Barchart yang ada disajikan pada

Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Kurva S atau Hannum Curve

(Sumber: Husen,2011)

c. Network Planning

Network Planning atau yang disebut dengan Jaringan Kerja adalah korelasi dari keseluruhan kegiatan yang harus terpenuhi guna melengkapi suatu proyek yang mana berupa visualisasi diagram alir dari rangkaian yang ada. Menurut (Auliansyah et al., 2022), dalam melaksanakan proyek digunakan Network Planning sebagai satu model, yang produknya mencakup informasi tentang aktivitas yang ada dalam diagram jaringan kerja yang saling berkaitan. Network planning dapat disimpulkan sebagai gambaran dalam diagram network yang memperlihatkan korelasi antara masing- masing pekerjaan pada suatu perencanaan dan pengendalian proyek.

Dalam pembuatan network planning dan penentuan pada lintasan kritis aktivitas kegiatan proyek konstruksi dapat menggunakan Microsoft Office Project. Agar dapat mengetahui lintasan kritis yang nantinya akan digunakan dalam menghitung penambahan biaya akibat dilakukannya percepatan (cost slope)yaitu, diawali dengan pengaturan pada calender selanjutnya input durasi dan prodessor

pada masing-masing kegiatan (Anenda, 2020). Menurut Handoko (2010) dikutip dalam Siswanto & Salim (2019) ada beberapa manfaat Network Planning, yakni sebagai berikut:

- a) Perencanaan suatu proyek yang komplit
- b) *Schedulling* dalam urutan yang efektif dan efisien pada pekerjaan-pekerjaan.
- c) Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang ada.
- d) *Schedulling* ulang yang dilakukan dalam mencegah keterlambatan dan mengatasi hambatan.
- e) Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
- f) Menentukan peluang penyelesaian suatu proyek.

d. *Crash Duration*

Dalam proses pembuatan schedule konstruksi, jadwal yang ideal biasanya tidak langsung dibuat. Salah satu tujuan pembuatan schedule adalah membuat jadwal yang realistis berdasarkan perkiraan yang masuk akal. Tidak jarang lamanya suatu proyek ditentukan oleh pemilik proyek tanpa memperhitungkan jenis pekerjaan atau tingkat kesulitannya. Ini berarti bahwa penjadwal harus mengubah panjang setiap pekerjaan untuk memenuhi permintaan pemilik proyek. Hal ini dapat menyebabkan jadwal yang tidak efisien dan terkadang tidak realistis. Proses crashing digunakan untuk mengurangi pekerjaan yang akan memperlambat waktu penyelesaian proyek. Dengan menguji semua aktivitas dalam proyek yang tidak berada di jalur kritis akan dapat memastikannya berfungsi. Crashing adalah proses yang disengaja, sistematis, dan analitis yang memastikan semua aktivitas bekerja. Proses crashing dilakukan dengan mencari tahu berapa biaya untuk melakukan sesuatu dengan cara baru dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukannya. Hal ini agar mengetahui cara maksimum dan ekonomis untuk memangkas waktu suatu aktivitas.

2.6 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan konstruksi berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak akan lebih lama dari yang direncanakan dan disepakati secara tertulis. Ada masalah dengan produktivitas jika pekerjaan tidak selesai tepat

waktu. Hal ini akan membengkakan biaya baik dalam bentuk biaya langsung maupun tidak langsung. Peninjauan kembali jadwal proyek diperlukan untuk mengetahui perubahan apa saja yang perlu dilakukan agar proyek dapat selesai tepat waktu atau secepat mungkin.

Menurut Levis dan Atherley (1996) (SIMANJUNTAK, 2021), Jika suatu proyek dijadwalkan akan selesai pada waktu tertentu tetapi tidak dapat dilakukan karena keadaan yang tidak terduga, dapat dikatakan bahwa pekerjaan itu terlambat. Ini akan berdampak pada perencanaan awal dan kesulitan keuangan. Keterlambatan dalam proyek dapat memperpanjang waktu serta membengkaknya anggaran. Pengaruh keterlambatan bagi penyedia jasa ataupun pemilik adalah hilangnya kemungkinan untuk mengalokasikan kembali sumber daya keproyek selanjutnya, peningkatan biaya langsung yang berarti lebih banyak biaya upah pekerja, sewa peralatan, dan sebagainya, dan penurunan pendapatan.

2.6.1 Penyebab Keterlambatan

Menurut Kraiem dan Dickman (1987) (Apmon, 2023), penyebab-penyebab keterlambatan durasi implementasi proyek yakni:

1. Keterlambatan yang layak mendapatkan ganti rugi (*Compensable Delay*), yakni keterlambatan yang harus dikompensasikan, seperti keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan atau kesalahan pemilik proyek.
2. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non-Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
3. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh hal-hal yang berada di luar kendali pemilik dan kontraktor.

2.6.2 Dampak Keterlambatan

Menurut Widhiawati (2009) (Apmon, 2023) berikut dampak dari terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek yaitu:

1. Pihak Kontraktor

Semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, semakin banyak biaya yang dikeluarkan. Pengeluaran *overhead* yang menutupi seluruh pengeluaran perusahaan juga meningkat seiring dengan waktu pelaksanaan yang semakin lama.

2. Pihak Konsultan

Jika waktu pelaksanaan proyek terlambat, maka konsultan akan kehilangan waktu dan biaya, dan mereka tidak akan dapat mengerjakan proyek lain.

3. Pihak Owner

Karena keterlambatan proyek, owner/pemilik akan kehilangan penghasilan dari properti yang mungkin telah digunakan atau disewa. Pelayanan kesehatan masyarakat dan program pelayanan yang direncanakan akan terpengaruh secara negatif jika fasilitas milik pemerintah tidak selesai tepat waktu, terutama jika fasilitas itu adalah rumah sakit. Uang tidak dapat ditukar dengan kerugian ini, dan tidak dapat dikembalikan. Jadwal pemanfaatan suatu fasilitas tentu akan tertunda jika pemiliknya adalah non-pemerintah, seperti perusahaan yang mendirikan gedung, toko, atau hotel, sehingga akan ada waktu luang tanpa menghasilkan uang.

2.7 Alokasi Sumber Daya Dalam Manajemen Proyek

Sumber daya merupakan sebuah komponen atau alat yang dibutuhkan sebagai sarana untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan, atau sumber daya merupakan unsur berupa sarana yang tersedia dalam organisasi (tool of management atau tool of administration) yaitu manusia (man), bahan (material), mesin-mesin (machine), uang (money), metode kerja (method) dan pasar sebagai

hasil produksi (market), biasa dikenal dengan sebutan 6 M.

Perencanaan sumber daya yang matang dan cermat sesuai kebutuhan logis proyek akan membanru pencapaian sasaran dan tujuan proyek secara maksimal, dengan tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi. Kebutuhan sumber daya pada tiap-tiap proyek tidak selalu sama, bergantung pada skala, lokasi serta tingkat keunikan masing-masing proyek. Namun demikian, perencanaan sumber daya dapat dihitung dengan pendekatan matematis yang memberikan hasil optimal dibandingkan hanya dengan perkiraan pengalaman, yang tingkat efektivitas dan efisiensinya rendah (Oktra et al., 2019).

Perencanaan yang akurat akan memberikan informasi-informasi penting dalam pengelolaan proyek sehingga kualitas sumber daya, jumlah serta biaya yang harus dikeluarkan dapat diidentifikasi dan diukur besarnya dengan konsekuensi- konsekuensi logis yang berlaku dalam proyek. Perencanaan sumber daya dengan metode yang benar dan evaluasi yang kontinu akan memberikan tingkat efektivitas dan efisiensi tinggi, sehingga hasil yang dicapai memuaskan pemilik proyek serta *stakeholder* proyek.

Dalam menentukan alokasi sumber daya untuk proyek, beberapa aspek yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan menurut Husen (2011:37) adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah sumber daya yang tersedia sesuai kebutuhan proyek.
- b. Kondisi keuangan membayar sumber daya yang akan digunakan.
- c. Produktivitas sumber daya.
- d. Kemampuan dan kapasitas sumber daya yang akan digunakan
- e. Efektivitas dan efisiensi sumber daya yang akan digunakan.

2.7.1 Manajemen Sumber Daya Manusia

Secara teoritis, keperluan rata-rata tenaga kerja dapat dihitung dari total lingkup kerja proyek yang dinyatakan dalam jam-orang atau bulan-orang dibagi dengan kurun waktu pelaksanaan proyek. Namun cara tersebut tidak realistis karena

keperluan tenaga kerja selama siklus proyek tidak konstan. Oleh karena itu, untuk merencanakan tenaga kerja proyek yang realistis perlu diperhatikan bermacam-macam faktor, diantaranya yang terpenting adalah seperti berikut ini (Iman Soeharto, 1998:131):

1. Produktivitas tenaga kerja.
2. Tenaga kerja periode puncak (*peak*).
3. Jumlah tenaga kerja kantor pusat.
4. Perkiraan jumlah tenaga kerja konstruksi di lapangan.
5. Meratakan jumlah tenaga guna mencegah gejolak (*fluctuation*) yang tajam.

Adapun menurut Siswanto dan Salim (2019:7) mengatakan bahwa sumber daya manusia yang ada pada suatu proyek dapat dikategorikan sebagai tenaga kerja tetap dan tenaga kerja tidak tetap. Pembagian kategori ini dimaksudkan agar efisiensi perusahaan dalam mengelola sumber daya dapat maksimal dengan beban ekonomis yang memadai, sedangkan menurut Husen (2011:37) menerangkan bahwa tenaga kerja/karyawan yang berstatus tetap umumnya dikelola perusahaan dengan pembayaran gaji tetap setiap bulannya dan disediakan beberapa fasilitas lain dalam rangka memelihara produktivitas kerja karyawan serta rasa kebersamaan dan rasa memiliki perusahaan. Hal ini dilakukan agar karyawan tetap sebagai aset perusahaan dapat memberikan karya terbaiknya serta memberikan keuntungan bagi perusahaan sesuai dengan keahlian yang dimilikinya. Adanya tenaga kerja tidak tetap dimaksudkan agar perusahaan tidak terbebani oleh pembayaran gaji tiap bulan apabila proyek tidak ada atau jumlah kebutuhan tenaga kerja pada saat tertentu dalam suatu proyek dapat disesuaikan dengan jumlah yang seharusnya.

Dilihat dari bentuk hubungan kerja antar pihak yang bersangkutan, maka tenaga kerja proyek khususnya tenaga kerja konstruksi dibedakan menjadi (Iman Soeharto, 1998:147):

1. Tenaga kerja langsung (*Direct Hire*)

Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang direkrut dan menandatangani ikatan kerja perorangan dengan perusahaan kontraktor

umumnya diikuti dengan latihan, sampai dianggap cukup memiliki pengetahuan dan kecakapan dasar.

2. Tenaga kerja Borongan

Tenaga kerja borongan adalah tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja yang ada antara perusahaan penyedia tenaga kerja (*labor supplier*) dengan kontraktor, untuk jangka waktu tertentu.

2.7.2 Manajemen Sumber Daya Peralatan

Salah satu sumber daya terpenting yang harus tersedia pada saat melaksanakan kegiatan proyek adalah peralatan konstruksi (*construction plant*). Secara umum peralatan konstruksi tergolong mahal, karena itu diperlukan perhatian dan pertimbangan yang matang dalam memutuskan tipe dan ukuran alat adalah biaya keseluruhan dari tiap satuan produksi yang diperoleh. Terdapat beberapa faktor lain yang patut diperhatikan sebelum keputusan akhir dibuat, faktor-faktor tersebut meliputi (Oktra et al., 2019):

- a. Keandalan alat.
- b. Kebutuhan pelayanan.
- c. Ketersediaan suku cadang.
- d. Kemudahan pemeliharaan.
- e. Kemampuan alat untuk digunakan dalam berbagai macam kondisi lapangan
- f. Kemudahan untuk diangkut dan dipindahkan.
- g. Permintaan akan alat dan harga penjualannya kembali.
- h. Tenggang waktu dalam penyerahan alat.

Dalam penentuan alokasi sumber daya peralatan yang akan digunakan dalam suatu proyek, kondisi kerja serta kondisi peralatan perlu diidentifikasi terlebih dahulu. Beberapa hal yang perlu diidentifikasi dalam manajemen sumber daya peralatan menurut Siswanto dan Salim (2019: 7-8) adalah :

1. Medan Kerja, identifikasi ini bertujuan untuk menentukan kondisi medan kerja dari tingkat mudah, sedang, atau berat. Kapasitas peralatan yang digunakan dapat disesuaikan dengan kondisi-kondisi tersebut.

2. Cuaca, identifikasi ini perlu dilakukan khususnya pada proyek dengan keadaan lahan terbuka. Cuaca basah/hujan cenderung mempersulit pengendalian peralatan, baik mobilisasinya atau manuver-manuver yang akan dilakukan di lokasi setempat.
3. Mobilitas peralatan ke lokasi proyek perlu direncanakan dengan detail, khususnya untuk peralatan berat. Akan ada kesulitan bila rute perjalanan menuju proyek bila tidak didukung oleh keadaan jalan atau jembatan kecil atau tidak memadai.
4. Komunikasi yang memadai antar-operator pengendali dengan pengendali pekerjaan harus terjalin baik, dengan peralatan komunikasi yang cukup dan harus tersedia agar langkah-langkah pekerjaan yang dilakukan berjalan sesuai rencana.
5. Fungsi peralatan harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan untuk menghindari tingkat pemakaian yang tidak efektif dan efisien.
6. Kondisi peralatan harus layak pakai agar pekerjaan tidak tertunda dikarenakan peralatan rusak. Apabila perlu tenaga mekanikal harus disiapkan guna mengatasi kerusakan-kerusakan alat.

Husen (2011:41) menjelaskan bahwa pada beberapa proyek, penggunaan dan jenis peralatan dapat dibagi atas tingkat beratnya pekerjaan serta lokasi yang digunakan, berupa mesin, perkakas, instalasi serta perlengkapan lainnya yang dapat berupa:

1. Alat-alat berat seperti *bulldozer dumptruck*, motor *grader*, *scraper* atau *bachoe* biasa digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan berat, seperti pembukaan lahan, perataan lahan, penggalian tanah dengan volume besar, pengangkutan tanah serta penimbunan tanah. *Tower Crane* digunakan pada bangunan bertingkat untuk mengangkut material secara vertikal dan horisontal. *Batching Plant* dan *Truckmixer* adalah tempat fabrikasi beton dan alat angkut menuju proyek.
2. Peralatan ringan seperti *mixer* pengaduk beton di lokasi proyek atau *bar bender* dan *bar cutter* digunakan untuk pembengkokan dan pemotongan besi beton, dan perancah untuk penopang bekisting beton.

3. Pada proyek manufaktur dikenal pula peralatan *forklift* dan *crane* pengangkut barang/material disekitar lokasi. Peralatan lain adalah peralatan ringan yang sifatnya statis seperti peralatan las, peralatan mesin pembentukan/cetakan model produk, pengecatan, dan lain sebagainya.

2.7.3 Manajemen Sumber Daya Material

Husen (2011:42) menyebutkan bahwa sama halnya dengan pengelolaan peralatan, material harus dikelola dengan baik agar kebutuhannya mencukupi pada waktu dan tempat yang diinginkan. Material merupakan bagian terpenting yang mempunyai presentase cukup besar dari total biaya proyek. Oleh karena itu, penggunaan teknik manajemen yang baik dan tepat untuk membeli, mendistribusikan dan menghitung material konstruksi menjadi sangat penting.

Dalam pengelolaan material dibutuhkan beragam informasi tentang spesifikasi, harga maupun kualitas yang diinginkan, agar beberapa penawaran pemasok dapat dipilih sesuai dengan spesifikasi proyek dengan harga yang paling ekonomis, seperti yang diuraikan oleh Siswanto dan Salim (2019:8) di bawah ini.

1. Kualitas material yang dibutuhkan menggunakan tipe tertentu dengan mutu harus sesuai dengan persyaratan dalam spesifikasi proyek.
2. Spesifikasi teknik material, merupakan dokumentasi persyaratan teknis material yang direncanakan dan menjadi acuan untuk pemenuhan kebutuhan material.
3. Lingkup penawaran yang diajukan oleh beberapa pemasok adalah dengan memilih harga yang paling murah dengan kualitas material terbaik.
4. Waktu pengiriman/*delivery* menyesuaikan dengan jadwal pemakaian material, biasanya beberapa material dikirim sebelum pekerjaan dimulai.
5. Pajak penjualan material, dibebankan pada pemilik proyek yang telah dihitung dalam harga satuan material atau dalam harga proyek keseluruhan.
6. Termin pembayaran logistik material harus disesuaikan dengan *cashflow* proyek agar likuiditas keuangan proyek tetap aman.
7. Pemasok material adalah rekanan terpilih, telah bekerja sama dengan baik dan memberikan pelayanan yang memuaskan pada proyek sebelumnya.

8. Gudang penimbunan material harus cukup untuk menampung material yang siap dipakai, sehingga kapasitas dan lalu lintas materialnya harus diperhitungkan.
9. Harga material dapat naik sewaktu-waktu saat proyek dilaksanakan, sehingga eskalasi harga harus dimasukkan dalam komponen harga satuan.
10. Jadwal penggunaan material harus sesuai, antara kebutuhan proyek dengan waktu pengiriman material dan pemasok. Oleh karena itu, penggunaan *subschedule* material untuk tiap-tiap item pekerjaan mutlak dilakukan agar tidak mempengaruhi ketersediaan material dalam proyek.

2.7.4 Manajemen Sumber Daya Modal atau Keuangan

Keuangan proyek merupakan sumber daya yang memegang peranan sangat penting dalam penyelenggaraan suatu proyek dari awal hingga akhir pada pelaksanaan proyek yang selanjutnya digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan sumber daya lainnya seperti manusia, peralatan, material, maupun waktu. Untuk membangun suatu proyek konstruksi dibutuhkan investasi berupa sejumlah besar biaya atau modal. Hal ini perlu adanya unsur-unsur biaya diantaranya sebagai berikut (Iman Soeharto, 1995:131):

1. Biaya pembelian material dan peralatan.
2. Biaya penyewaan atau pembelian peralatan konstruksi.
3. Upah tenaga kerja.
4. Biaya subkontrak.
5. Biaya transportasi.
6. *Overhead* dan administrasi.
7. *Fee* / laba dan kontigensi.

Modal dalam proyek dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu modal tetap (*fixed capital*) dan modal kerja (*working capital*) (Iman Soeharto, 1999:127). Keuangan proyek perlu dikelola dengan hati-hati agar pada akhir proyek, proyeksi keuntungan yang telah direncanakan dapat dicapai sesuai dengan yang diharapkan. Menurut Husen (2011:43) mengatakan bahwa aliran kas masuk dan kas keluar harus terlapor dengan benar dan teliti sehingga setiap laporan berkalanya dapat memberikan informasi yang akurat dan dapat diaudit dengan

tingkat kewajaran yang baik, serta menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan berikutnya.

Dalam mengelola suatu proyek, dibutuhkan perencanaan matang dalam hal aliran kas masuk dan kas keluar, yang disebut Aliran Kas (*Cashflow*). Siswanto dan Salim (2019:9) menjelaskan bahwa aliran kas memuat penggunaan dana selama proyek berlangsung, berupa:

1. Kas keluar, seperti : penggunaan modal, pembayaran tenaga kerja dan *staff* kantor, pembelian material, sewa/beli peralatan, pembayaran subkontraktor dan pemasok pembayaran pajak, pembayaran asuransi, retensi, pembayaran pinjaman dan bunga bank serta biaya *overhead*.
2. Kas masuk, seperti: modal awal, pinjaman dari bank, uang muka proyek, penerimaan termin pembayaran.

2.7.5 Sistem Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi

Untuk menghasilkan proyek yang tepat waktu maka diperlukan perencanaan dan pengendalian waktu yang dilakukan dengan cara mengatur jadwal setiap kegiatan kapan pekerjaan dimulai dan kapan berakhir (Mufardis dkk, 2021). Waktu sangat berkaitan dengan biaya dikarenakan jika terjadi keterlambatan penyelesaian proyek maka akan membuat biaya menjadi lebih besar karena membutuhkan penambahan jam kerja, operasional alat berat, pembayaran denda kontrak, dan hal lainnya. Soeharto (1999:43) menyatakan bahwa pengelolaan waktu mempunyai tujuan utama agar proyek diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari rencana dengan memperhatikan batasan biaya, mutu dan lingkup proyek.

Standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Siswanto dan Salim (2019:11) menjelaskan bahwa dari semua informasi dan data yang telah diperoleh, dilakukan proses penjadwalan sehingga akan ada *output* berupa format-format laporan lengkap mengenai indikator progres waktu. Pada proses penjadwalan proyek terdapat 5 (lima) metode yang dapat digunakan antara lain:

1. *Barchart*, diagram batang yang secara sederhana dapat menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya, lalu dibandingkan dengan progres aktual sehingga diketahui apakah proyek terlambat atau tidak.
2. *Network Planning*, sebagai jaringan kerja berbagai kegiatan dapat menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar pelaksanaannya tidak mengalami keterlambatan. Format *Network Planning* juga digunakan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan yang longgar waktu penyelesaiannya berdasarkan total *float*-nya, sehingga semua itu dapat digunakan untuk memperbaiki jadwal agar alokasi sumber daya menjadi lebih efektif serta efisien. Metode jaringan kerja dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

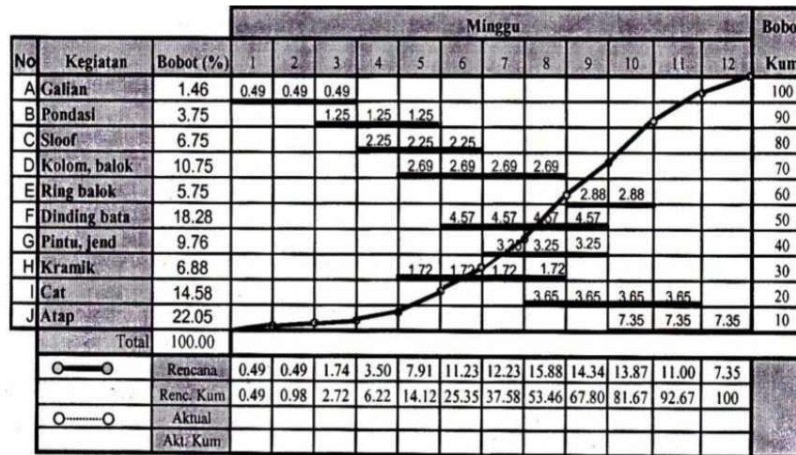


Critical Path Method (CPM) adalah metode penjadwalan proyek yang diaplikasikan dalam bentuk diagram panah dimana dalam diagram ini status kegiatan ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (network). Urutan kegiatan yang digambarkan dalam diagram jaringan tersebut menggambarkan ketergantungan kegiatan tersebut terhadap kegiatan yang lain, dimana setiap kegiatan memiliki kurun waktu pelaksanaan yang sudah ditentukan (*deterministic*). Selain itu pada metode CPM juga dapat dilihat adanya lintasan kritis pada suatu jadwal proyek sehingga bila terjadi keterlambatan pada pekerjaan proyek, prioritas pekerjaan yang akan dievaluasi menjadi lebih mudah dilakukan (Laksito, 2005). Item-item pekerjaan yang dilalui oleh lintasan kritis tersebut akan diawasi secara ketat agar tidak mengalami keterlambatan karena dapat menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Selain kelebihan CPM diatas, ada juga kelemahan pada metode CPM. Hal ini terjadi jika terdapat item kegiatan yang tumpang tindih pada metode CPM suatu proyek dan terdapat item kegiatan yang berulang sehingga penggunaan *dummy* menjadi berlebihan. Begitu juga bila terdapat hubungan logika ketergantungan *Start to Start* yang menyebabkan suatu item pekerjaan dibuat dalam beberapa segmen karena dalam metode CPM hanya mengenal hubungan logika ketergantungan *Finish to Start* (FS) sehingga membuat CPM penjadwalan proyek menjadi sulit untuk dimengerti oleh banyak orang. Pada metode CPM tidak dapat diidentifikasi tingkat produktifitas kegiatan berulang sehingga tidak dapat mendeteksi inefisiensi penggunaan alokasi sumber daya yang disebabkan oleh berhentinya suatu pekerjaan. Hal ini menyebabkan adanya penambahan sumber daya manusia untuk mengerjakan item pekerjaan yang mulai dikerjakan sebelum pekerjaan yang mendahuluinya selesai. Dengan demikian dapat ditunjukkan bahwa CPM tidak dapat mempertahankan kontinuitas tingkat produktifitas kegiatan berulang sehingga terjadi inefisiensi penggunaan alokasi sumber daya akibat terdapatnya penumpukan pekerjaan pada suatu waktu (Hutagaol dan Sendi, 2013).

- a. *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) merupakan suatu metode penjadwalan proyek yang direkayasa untuk menghadapi ketidakpastian yang tinggi pada durasi kegiatan proyek dengan melakukan pendekatan yang menganggap bahwa durasi kegiatan dipengaruhi banyak faktor sehingga diterapkan *range* dengan memakai tiga estimasi. Tiga estimasi tersebut yaitu waktu *pessimistic* (t_p), waktu perkiraan paling mungkin atau *most likely* (t_m), dan waktu *optimistic* (t_o). Pada dasarnya prinsip jaringan kerja metode PERT mempunyai persamaan dengan metode CPM dalam hal menentukan kegiatan yang ada pada jalur kritis (Ridho, 2014). Perbedaan antara keduanya terletak pada penambahan suatu kuantitas yang mengukur perkiraan nilai penyimpangan terhadap nilai harapan durasi dari setiap kegiatan, sehingga dalam metode PERT dapat diketahui tingkat ketepatan suatu jadwal di suatu *event* yang terdefiniskan dalam suatu *network*. Hal ini dilakukan dengan menghitung probabilitas terpenuhinya jadwal yang ditetapkan di *event* tersebut. (Maharesi, 2002). PERT dapat memperkirakan durasi dengan tiga estimasi waktu bersamaan dengan parameter lain yaitu deviasi standard dan varians untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Metode PERT ini mengumpulkan komponen-komponen yang belum pasti untuk kemudian dianalisis kemungkinan-kemungkinannya agar dapat dilihat penyimpangan proyek atau telah memenuhi rencana awal proyek. Kelemahan dari metode ini ialah sifatnya yang subjektif dalam menetapkan angka-angka tiga estimasi a , m , dan b serta terlalu fokus pada jalur kritis dan jalur terlama, maka cara mengatasi agar tidak terlalu fokus pada jalur terlama adalah dengan mempertimbangkan tiga perkiraan waktu untuk menentukan durasi tunggal. Korelasi antara durasi tunggal dengan jalur kritis adalah untuk mengetahui jumlah kumulatif dari lintasan kritis dimana

hal tersebut merupakan parameter dari metode PERT. Selain tiga estimasi waktu tersebut, terdapat teori probabilitas pada metode PERT. Teori probabilitas bersama kurva distribusi akan memberikan informasi arti dari tiga estimasi tersebut. Menurut Soeharto (1997) menyatakan pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif.

- b. *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah metode penjadwalan proyek dimana kegiatan dituliskan didalam node yang umumnya berbentuk segiempat, dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke *node* berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua *node*. (Laksito, 2005). Pada dasarnya perhitungan pada PDM ini mempunyai kesamaan dengan CPM, hanya yang membedakan adalah pada pemakaian hubungan ketergantungan, dimana PDM mempunyai empat hubungan ketergantungan. Sehingga diagram PDM tersebut nampak relatif lebih sederhana bila dibandingkan dengan CPM dikarenakan hubungan *overlapping* dari kegiatan yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan. Oleh karena itu, metode ini lebih cocok bila digunakan untuk penjadwalan kegiatan yang tumpang tindih atau berulang dari pada menggunakan CPM, namun PDM masih tetap belum dapat memperlihatkan perhitungan kecepatan produksi dan hambatan atau gangguan antar kegiatan, sehingga untuk kegiatan yang berulang akan dijumpai adanya penumpukan pekerjaan serta adanya percepatan waktu mulai item pekerjaan mendahului item pekerjaan sebelumnya yang dapat mengakibatkan penambahan SDM.
3. Kurva S, berguna dalam pengendalian kinerja waktu. Hal ini ditunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual, sehingga apakah proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberikan *baseline* pada periode tertentu misalnya seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2. 4 Kurva S atau Hannum Curve (Husen, 2011)

4. Kurva *Earned Value* yang dapat menyatakan progres waktu berdasarkan *baseline* yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Apabila terdapat indikasi waktu terlambat dari yang direncanakan, maka hal itu dapat dikoreksi dengan menjadwalkan ulang proyek dan meramalkan berapa lama durasi yang diperlukan untuk penyelesaian proyek karena penyimpangan tersebut, serta dengan menambah jumlah tenaga kerja waktu bergantian.

Pengelola proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas dan pengendalian untuk menghadapi jumlah kegiatan yang cenderung bertambah. Beberapa metode yang sering digunakan diantaranya metode Lintasan Kritis (CPM). Teknik Evaluasi dan Peninjauan Proyek (PERT), dan metode Presenden Diagram (PDM).

Wibowo (2001) menyebutkan bahwa metode yang tepat untuk di terapkan dalam sebuah proyek konstruksi dengan segala sifat dan karakteristik yang sangat unik, mempunyai hubungan antar aktivitas yang kompleks dan tingginya ketergantungan terhadap kondisi internal dan eksternal sehingga durasi aktivitas mempunyai tingkat ketidakpastian yang tinggi adalah metoda penjadwalan seperti PERT. Maka dari itu, metode yang dipergunakan dalam manajemen waktu ini yaitu metode Teknik Evaluasi dan Peninjauan Proyek (PERT). Adapun keuntungan dari penerapan metode PERT (Badri, 1997) dalam Sahril (2022), sebagai berikut :

1. Dapat mengidentifikasi hubungan antar kegiatan pada suatu proyek.
2. Dapat mengetahui waktu pelaksanaan alternatif apabila terjadi kendala berupa keterlambatan kerja.
3. Dapat mengetahui kemungkinan yang dapat dilakukan untuk membantu kelancaran aktivitas proyek.
4. Dapat mengetahui durasi waktu penyelesaian proyek.

Sedangkan kelemahan yang dimiliki PERT menurut Wibowo (2001), sebagai berikut :

1. Terjadi deviasi terhadap normalitas apabila jumlah aktivitas dalam jalur kritis kurang daripada 30.
2. Ada beberapa kesalahan yang muncul akibat simplifikasi nilai *mean* dan *varians* distribusi beta terhadap nilai eksak dari fungsi kerapatan beta yang asli. Kesalahan akibat simplifikasi berkisar antara 17% dan 33%.
3. PERT hanya mempertimbangkan *mean* durasi untuk menentukan total durasi dan mengabaikan keberadaan *varians* yang dapat mengabaikan kesalahan penentuan probabilitas waktu penyelesaian.
4. Waktu penyelesaian proyek dinyatakan dalam bilangan samar (*fuzzy number*) dengan rentang mencakup nilai yang paling mungkin (*most possible*) dari waktu penyelesaian proyek.
5. Dalam PERT, probabilitas 100% akan terjadi bila waktu penyelesaian adalah tidak terhingga ($T \rightarrow \infty$).

2.8 Metode Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model *Management Science* untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007). Teknik PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkan suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum diselesaikan. Bila

CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1999).

PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan, dan mempercepat selesainya proyek-proyek (Nurhayati, 2010:57). Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat).

Adapun menurut Ramadhan dan Sugiyono (2019) mengatakan bahwa PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu yang memakai tiga angka estimasi. Suatu kejadian menandai mulainya atau selesainya kegiatan tertentu. Menurut Muhammad Hi. Amiruddin (2015) menerangkan bahwa PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi; mengoordinasikan dan mensinkronisasikan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan; mempercepat selesainya proyek.

Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis dan waktu realistis. Levin dan Kirkpatrick (1972) menjelaskan bahwa waktu optimis adalah perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai, kemungkinan terjadinya hanya satu kali dari 100, waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang lain yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan, kemungkinan terjadinya juga hanya satu kali dalam 100, sedangkan waktu realistis atau waktu yang paling mungkin adalah waktu yang berdasarkan pikiran *estimator*. Perkiraan waktu optimis biasanya dinyatakan oleh huruf a, waktu realistis oleh huruf m, dan waktu pesimis dinyatakan oleh huruf b.

Mengingat besarnya pengaruh angka-angka a , m dan b dalam metode PERT, Soeharto (1999) menjelaskan bahwa ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan angka estimasi, diantaranya :

1. *Estimator* perlu mengetahui fungsi dari a , m dan b dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT.
2. Di dalam proses estimasi angka-angka a , m dan b bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
3. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data dengan demikian akan berguna untuk bahan pembandingan dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih menyakinkan.
4. Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti a , b dan m .
5. Kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m . Kurva a dan b terletak di pinggir kanan kiri dari kurva distribusi, yang menandai batas rentang waktu kegiatan.

Metode PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang, yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. Estimasi ini diperoleh dari orang-orang yang mempunyai kemampuan rentang pekerjaan yang akan dilaksanakan dan berapa lama waktu pekerjaan. Ketiga waktu estimasi waktu tersebut adalah (Iman Soeharto, 1995:228):

2.8.1 Estimasi Metode PERT

Husein (2018) dalam Sahril (2022) menjelaskan bahwa ketiga waktu estimasi tersebut adalah :

1. a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*)
Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus. Waktu ini merupakan tercepat bagi proyek untuk menyelesaikan pekerjaan.

2. m = kurun waktu paling mungkin (*most likely time*)

Estimasi ini mengasumsikan bahwa waktu aktivitas proyek diulang dalam kondisi yang sama untuk menghasilkan durasi normal atau paling mungkin (realistis).

3. b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

Estimasi ini mengasumsikan bahwa suatu aktivitas proyek tidak berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Waktu ini merupakan waktu terlama dalam penyelesaian proyek.

Tujuan dari penggunaan tiga estimasi yaitu untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan dibanding satu angka deterministik. Arti tiga angka estimasi tersebut akan dijelaskan oleh teori probabilitas dengan kurva distribusinya (Soeharto, 1999).

Cook (1996: 21) menerangkan bahwa setelah tiga angka estimasi tersebut diketahui maka langkah selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka yang disebut dengan waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka te dirumuskan sebagai berikut:

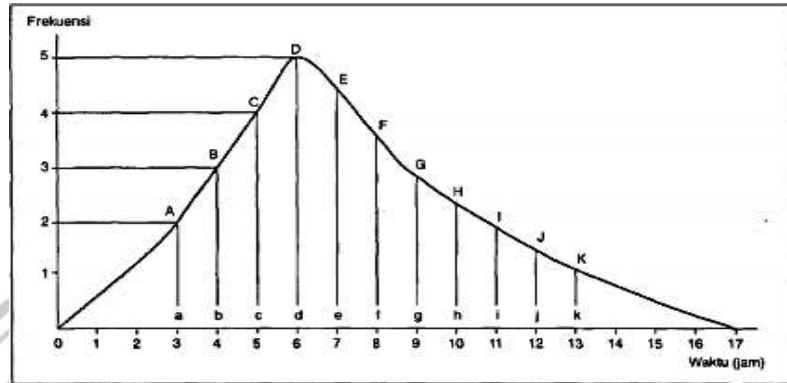
$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Angka te adalah angka rata-rata apabila kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Dalam menentukan te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadi peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Perlu ditekankan disini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan (te) dengan kurun waktu paling mungkin (m). Soeharto (1999) mengatakan bahwa angka m menunjukkan angka terkait atau perkiraan oleh seorang *estimator*, sedangkan te adalah hasil dari perhitungan rumus matematis.

Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama, bila hal tersebut dilanjutkan dan dibuat garis yang menghubungkan

titik-titik puncak A-B-C-D-E-F-G dan seterusnya akan diperoleh garis lengkung yang disebut Kurva Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan seperti pada

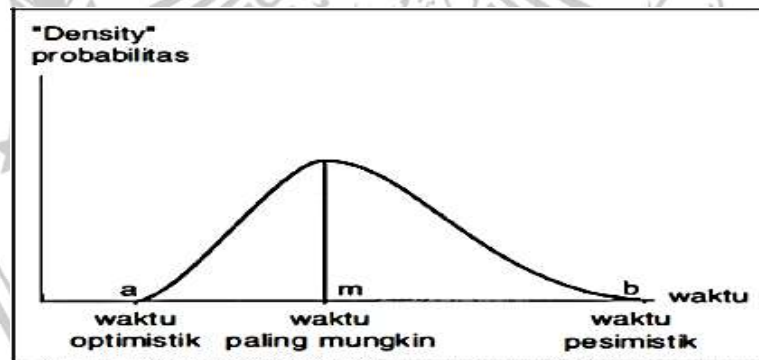
Gambar 2.7.



Gambar 2. 5 Kurva Distribusi Frekuensi (Soeharto, 1999)

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti a, b dan m. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi. Adapun angka a dan b terletak hampir diujung kiri dan kanan dan kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut kurva beta seperti pada

Gambar 2.8.



Gambar 2. 6 Kurva Distribusi Asimetris (beta) (Soeharto, 1999)

2.8.2 Deviasi Standart dan Varians

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi

kurun waktu kegiatan. Besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b. Parameter yang digunakan untuk menjelaskan masalah ini dikenal sebagai *Deviasi Standart* dan *Varians* (Iman Soeharto, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, 1995:232).

Setelah waktu yang diharapkan sudah dihitung, dilanjutkan dengan memperoleh nilai *varians* untuk menentukan perkiraan waktu yang dimana rentang waktu diwakili oleh standar deviasi (Cook, 1996). Besarnya *deviation standart* (S) adalah 1/6 distribusi (b-a), sedangkan besarnya *varians* sama dengan (S²) atau bila dirumuskan sebagai berikut:

a. Deviasi Standart Kegiatan (S) = $\frac{b-a}{6}$

b. Varians Kegiatan V (te) = S² = $\frac{b-a}{6}^2$

2.8.3 Target Waktu Penyelesaian

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan (Soeharto, 1999). Muhammad Hi. Amiruddin (2015) menyebutkan bahwa untuk mengetahui kemungkinan tercapainya target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Deviasi } Z = \frac{T(d)-TE}{s}, S^2 = V(TE)$$

Keterangan:

- T(d) = Target Waktu
TE = Jumlah te Kegiata Kritis
V(TE) = Jumlah V(te) Kegiatan Kritis

Soeharto (1999) menyatakan bahwa angka z merupakan angka probabilitas yang presentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z (Apendiks II).

