

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Proyek

Proyek adalah rangkaian kegiatan yang hanya terjadi satu kali, dan pelaksanaannya tunduk pada batas waktu tertentu dari awal hingga akhir. Meskipun proyek merupakan bagian dari rencana kerja organisasi, namun rencana tersebut bersifat sementara dan bertujuan melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan non manusia untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi. Proyek adalah suatu kegiatan dengan batas waktu dalam prosesnya. (Dimayati, 2016)

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

- 1 Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.
- 2 Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
- 3 Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks. (Subagya 2000)

Proyek adalah kegiatan yang dapat direncanakan dan dilaksanakan dalam satu kesatuan, dan manfaat diperoleh melalui penggunaan sumber daya. Kegiatan ini dapat mencakup pembangunan, perluasan atau pemeliharaan pabrik, jalan atau rel kereta api, irigasi, bendungan, gedung sekolah atau rumah sakit, prosedur operasi. (Dimayati, 2016)

Proyek adalah serangkaian kegiatan terorganisir yang mengubah sejumlah besar sumber daya menjadi satu atau lebih barang/jasa bernilai terukur dalam sistem melingkar. Batas waktu, biaya dan kualitas diatur dalam perjanjian. Dalam proyek, penggunaan biaya, waktu dan tenaga terbatas, sehingga pemimpin proyek harus dapat mengelola kegiatannya secara efektif. (Dimayati, 2016)

2.2 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah proses secara sistematis menerapkan fungsi

manajemen (perencanaan dan pelaksanaan) suatu proyek melalui penggunaan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan proyek secara optimal. (Dimayati, 2016)

Untuk memperoleh hasil yang maksimal, manajemen kerja sangat mempengaruhi integritas dan metode pelaksanaan tugas kerja. Oleh karena itu, selain sistem tradisional yang ada, perlu diterapkan sistem manajemen konstruksi. (Dimayati, 2016)

Proyek konstruksi merupakan usaha untuk mencapai suatu tujuan dalam bentuk bangunan/infrastruktur. Lebih lanjut Ervianto memberikan kriteria proyek konstruksi lain yaitu : Dilakukan dari awal proyek (awal rangkaian kegiatan) dan diakhiri dengan akhir proyek (akhir kegiatan), serta mempunyai waktu yang terbatas. Susunan aktivitas proyek dilakukan hanya sekali sehingga menghasilkan produk yang bersifat unik. (Husen, 2018)

Tujuan utama dari manajemen konstruksi adalah dapat mengelola atau mengatur pelaksanaan pembangunan sedemikian rupa, sehingga memperoleh hasil sesuai dengan persyaratan.

Dalam meraih hasil dari manajemen konstruksi terdapat beberapa yang perlu diperhatikan yaitu mengenai Biaya, kualitas dan waktu pelaksanaan pekerjaan, dengan tetap memperhatikan keselamatan pekerja dan lingkungan pekerjaan konstruksi yang sedang berlangsung. Unsur-unsur yang saling terkait tidak dapat dipisahkan. Dalam mengendalikan ketiga batasan ini, peran alat seringkali sangat besar. Oleh karena itu, peran manajemen peralatan sangat penting untuk mencapai tujuan perusahaan yaitu profit, image dan profesionalisme yang dapat diukur dari kemampuan pengendalian biaya. (Sahril, 2022)

2.2.1 Konsep Manajemen Konstruksi

Konsep manajemen konstruksi pada sistem informasi terdapat tiga faktor hal yang perlu diperhatikan secara khusus yaitu : manusia, masalah dan proses. Dalam menjalankan pekerjaan sistem informasi faktor manusia sangatlah berperan penting suksesnya manajemen konstruksi. Pentingnya faktor manusia dalam manajemen konstruksi sebagai meningkatkan kesiapan organisasi perangkat lunak (sistem informasi) dalam menyelesaikan masalah

dengan melakukan kegiatan menerima, memili, kinerja manajemen, pelatihan, konfensasi, pengembangan karier, organisasi dan rancangan kerja serta pengembangan tim. (Rangryany, 2013)

Untuk mencapai prestasi pekerjaan itu sendiri, manajemen konstruksi dapat dilihat dari beberapa aspek, yaitu: Manajemen konstruksi sebagai suatu sistem atau metode konstruksi, dimulai dengan perencanaan, pengawasan, dan pengadaan atau pelelangan serta pelaksanaannya. (Barrie, 1995)

1. Manajemen konstruksi adalah proses atau prosedur yang mendefinisikan proyek dari sistem manajemen konstruksi, oleh karena itu proses dan prosedur perolehan, pelaksanaan dan perencanaan, pengadaan dan pelaksanaan ditentukan bersama oleh tim manajemen konstruksi dan pemilik. Tata cara perencanaan atau pengolahan dan tata cara konsultan perencana ditetapkan oleh tim MK dan pemilik secara bersama- sama untuk memperoleh hasil pelaksanaan yang terbaik dari segi waktu, mutu dan biaya.
2. Manajemen konstruksi sebagai profesi dengan berkembangnya sistem manajemen konstruksi adalah pengelolaan pekerjaan dan proses atau prosedur mengelola pekerjaan, maka akan timbul dan berkembang perusahaan yang bergerak dibidang jasa manajemen konstruksi. (Barrie, 1995)

2.2.2 Fungsi Manajemen Konstruksi

Seperti yang disebutkan diatas, manajemen konstruksi adalah proses penerapan fungsi-fungsi manajemen pada suatu proyek dengan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal. Manajemen konstruksi memiliki beberapa fungsi antara lain :

1. Sebagai quality control untuk menjaga kesesuain antara perencanaan dan pelaksanaan.
2. Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktu pelaksanaan
3. Memantau prestasi atau kemajuan proyek yang telah dicapai, hal itu dilakukan dengan opname (laporan) harian, mingguan dan bulanan.
4. Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan pengambilan keputusan

terhadap masalah-masalah yang terjadi dilapangan.

5. Fungsi manajerial dari manajemen berupa sistem informasi yang tepat untuk menganalisis performa dilapangan. (Barrie, 1995)

Untuk melakukan manajemen, setiap orang yang berada pada posisi pimpinan di level manapun, harus melakukan fungsi-fungsi manajemen. Terdapat fungsi organik yang wajib harus dilaksanakan dan ada fungsi penunjang yang bersifat sebagai pelengkap. Jika fungsi organik tersebut tidak dilakukan dengan baik maka terbuka kemungkinan pencapaian sasaran menjadi gagal. George R. Terry telah merumuskan fungsi-fungsi tersebut sebagai POAC (*Planning-Organizing-Actuating-Controlling*). (Rushendi, 2017)

a. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan Pada dasarnya adalah suatu tindakan pengambilan keputusan yang memuat data dan informasi atau fakta tentang kegiatan yang akan dipilih dan dilakukan di masa yang akan datang. Tindakan perencanaan proyek meliputi :

- Tetapkan tujuan dan sasaran proyek
- Menganalisis kendala dan risiko yang mungkin terjadi di setiap bagian dari keseluruhan proyek atau rencana;
- Tentukan penggunaan sumber daya;
- Mengembangkan rencana jangka panjang dan jangka pendek secara keseluruhan;
- Menyediakan strategi dan prosedur operasional;
- Menyiapkan dana dan standar kualitas yang diharapkan.

Menentukan metode dan aspek teknis yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan. (Rushendi, 2017)

b. Organisasi (*Organizing*)

Pada dasarnya, manfaat organisasi adalah menyatukan kumpulan kegiatan manusia, yang memiliki pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mendukung tercapainya tujuan. Untuk menjalankan fungsi organisasi, diperlukan pengetahuan tentang berbagai tipe

organisasi sehingga dapat dilakukan analisis terhadap penerapan organisasi yang sesuai dengan proyek yang akan dilaksanakan. Tindakan organisasi, antara lain : (Rushendi, 2017)

- Menetapkan daftar penugasan;
- Menyusun Lingkup Kegiatan;
- Menyusun struktur kegiatan;
- Menyusun daftar personel organisasi beserta lingkup tugasnya.

Organisasi adalah pedoman pelaksanaan fungsi, yang didalamnya pembagian tugas dan hubungan tanggung jawab serta delegasi kewenangan terlihat jelas. Fungsi pengorganisasian dan pengisian staf dalam manajemen proyek, antara lain sebagai berikut : (Dimayati, 2016)

1. *Organization Breakdown Structure* (OBS), memperlihatkan tanggung jawab dan kewenangan yang jelas;
2. Beban kerja yang lebih merata;
3. Dapat diketahui kemampuan yang harus dimiliki;
4. *Controlling*, penyalahgunaan wewenang adalah dengan sistem umpan balik.

c. Pelaksanaan (*Actuating*)

Fungsi implementasi adalah mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan seluruh anggota organisasi, dan mengupayakan agar seluruh anggota organisasi bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Tindakan implementasi meliputi : (Dimayati, 2016)

- Pelaksanaan kegiatan koordinasi
- Menetapkan tugas, wewenang dan tanggung jawab
- Memberikan arahan misi dan motivasi

Fungsi eksekutif adalah untuk menyeimbangkan tanggung jawab, hak dan kewajiban setiap bagian organisasi, serta mendorong upaya bersama untuk mencapai efisiensi dan kesatuan guna mencapai tujuan bersama.

d. Pengendalian (*Controlling*)

Manfaat pengendalian adalah mengukur kualitas hasil, menganalisis dan mengevaluasi hasil, kemudian mengambil tindakan korektif atas

penyimpangan (melebihi batas toleransi). Tindakan pengendalian meliputi : (Dimayati, 2016)

- Mengamati hasil kualitas membandingkan dan hasil terhadap standar kualitas;
- Memperbaiki kesalahan yang terjadi;
- Memberikan masukan atau perbaikan;
- Membuat laporan kegiatan.

Fungsi pengendalian adalah meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan kualitas, kuantitas, biaya atau waktu. Fungsi pengendalian dilakukan oleh semua tingkatan dalam struktur organisasi. Laporan kemajuan kerja, dll. adalah bagian dari fungsi

kontrol dan harus segera disiapkan dengan benar agar efektif. Laporan juga harus disimpan untuk referensi di masa mendatang. Oleh karena itu, sistem pengarsipan harus dilakukan dengan tertib dan benar, yaitu format laporan yang baik dan ketepatan waktu laporan perlu diterapkan dengan benar. Fungsi kontrol dalam manajemen proyek antara lain : (Dimayati, 2016)

1. Memahami apakah sumber daya yang digunakan sudah efisien dan efektif sesuai dengan yang direncanakan.
2. Membuat laporan untuk mengevaluasi kemajuan penggunaan sumber daya, pengujian kualitas/pengukuran kinerja teknologi.
3. Laporan harus dicatat dengan benar untuk memungkinkan perbandingan antara kinerja aktual dan dan kinerja rencana antara kinerja aktual dan kinerja rencana.
4. Selanjutnya tindakan perbaikan jika perlu dilakukan.

e. Aspek-Aspek Dalam Manajemen

Dalam manajemen proyek, harus dipertimbangkan agar output proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan adalah mengidentifikasi berbagai masalah yang akan timbul ketika proyek dilaksanakan. Beberapa aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan yang cermat adalah sebagai berikut : (Sahril, 2022)

1. Aspek keuangan masalah ini bersangkutan dengan pembelian, pembiayaan proyek, biasanya berasal dari modal sendiri dan/atau pinjaman dari bank atau *investor* dalam jangka pendek atau jangka panjang. Pembiayaan proyek sangat krusial bila proyek berskala besar dengan tingkat kompleksitas yang rumit, yang membutuhkan analisis keuangan yang cermat dan terencana.
2. Aspek anggaran biaya masalah ini bersangkutan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung. Perencanaan yang matang dan terperinci akan memudahkan proses pengendalian biaya, sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang direncanakan. Jika sebaliknya, akan terjadi peningkatan biaya besar dan merugikan bila proses perencanaannya salah.
3. Aspek manajemen produksi, masalah ini berkaitan dengan hasil akhir dari proyek. Hasil akhir proyek negatif bila proses perencanaan dan pengendalian tidak baik. Agar hal ini tidak terjadi, maka dilakukan berbagai usaha untuk meningkatkan produktivitas SDM, meningkatkan efisiensi proses produksi dan kerja, meningkatkan kualitas produksi melalui jaminan mutu dan pengendalian mutu.
4. Aspek harga, masalah ini timbul karena kondisi eksternal dalam hal persaingan harga, yang dapat merugikan perusahaan karena produk yang dihasilkan. Membutuhkan biaya produksi yang tinggi dan kalah bersaing dengan produk lainnya.
5. Aspek efektivitas dan efisiensi, masalah ini dapat merugikan apabila fungsi produk yang dihasilkan tidak terpenuhi / tidak efektif atau dapat juga terjadi bila faktor efisiensi tidak dipenuhi, sehingga usaha produksi membutuhkan biaya yang besar.
6. Aspek pemasaran, masalah ini timbul berkaitan dengan perkembangan faktor *eksternal* sehubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk serta analisis pasar yang salah terhadap produksi yang dihasilkan.
7. Aspek mutu, masalah ini berkaitan dengan kualitas produk akhir yang nantinya dapat meningkatkan daya saing serta memberikan kepuasan

bagi pelanggan.

Aspek waktu, masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya yang bila terlambat dari yang direncanakan serta akan menguntungkan bila dapat dipercepat. (Sahril, 2022)

f. Manajemen Pekerjaan

Manajemen berupa usaha manusia untuk mencapai hasil dengan cara yang efisien dan efektif. Sedangkan pekerjaan dapat diartikan berupa rangkaian aktivitas yang rutin dalam jangka waktu yang terbatas. Maka manajemen pekerjaan adalah usaha kegiatan untuk meraih sasaran yang telah didefinisikan dan ditentukan dengan jelas seefisien dan seefektif mungkin. Dalam meraih sasaran-sasaran yang telah disepakati, diperlukan sumber-sumber daya (resources) termasuk sumber daya manusia yang merupakan kunci dari segalanya. (Pujiyono, 2017)

Manajemen pekerjaan adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem hirarki (arus kegiatan) baik vertikal maupun horizontal. Konsep manajemen pekerjaan mengandung hal-hal pokok sebagai berikut : (Nugraha dalam Sahril, 2022)

1. Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya berupa manusia, dana dan material.
2. Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik, ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan yang khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.
3. Memakai pendekatan sistem (*system approach to management*)

Mempunyai hirarki (arus kegiatan) *horizontal* disamping hirarki *vertikal*.

g. Perencanaan dan Strategis Pekerjaan

Untuk menyatukan dan mengkoordinasikan tenaga kerja, menciptakan komunikasi yang baik antara mereka yang mengalokasikan tanggung jawab, perencanaan juga sangat berguna untuk melakukan pengontrolan. Tanpa

landasan dan target yang pasti mustahil dapat diketahui apakah pekerjaan terlambat atau tidak dan apakah anggaran sudah melampaui atau tidak.

Perencanaan bertujuan untuk : (Sahril, 2022)

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 adalah memilih dan menentukan teknologi serta metode-metode konstruksi yang harus diterapkan. Dimana termasuk pula menetapkan dan memilih jasa atau keahlian yang relevan untuk dilibatkan dalam proses konstruksi pada hakekatnya merupakan kesatuan sistem rekayasa, upaya tersebut akan melibatkan banyak faktor serta variabel berpengaruh yang harus dikombinasikan, yang hanya berlaku khusus untuk pekerjaan yang sedang dilaksanakan. Sehingga proses perencanaan dalam sistem rekayasa konstruksi sesuai dengan bentuk awalnya lebih merupakan suatu proses eksperimentasi. (Sahril, 2022)

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah kumpulan kebijaksanaan dan mekanisme disistem operasi yang berkaitan dengan urutan kerja yang dilakukan sistem komputer. Ada banyak metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk menganalisis waktu dan sumber daya proyek, dan masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode ini didasarkan pada persyaratan kinerja penjadwalan dan hasil yang ingin dicapai. Kinerja

waktu akan berdampak pada kinerja biaya dan kinerja proyek secara keseluruhan. (Husen, 2018)

1. Identifikasi Aktivitas *Work Breakdown Struktur* (WBS)

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Aktivitas diidentifikasi agar dapat dimonitori dengan mudah dan dimengerti pelaksanaannya. Sehingga tujuan proyek yang telah di tentukan dapat terlaksana sesuai jadwal. (Husen, 2018)

WBS biasanya merupakan diagram struktur dan hierarki berupa diagram pohon (*tree structure diagram*). Penyusunan WBS dilakukan dengan cara top down, dengan tujuan agar komponen-komponen kegiatan tetap berorientasi ke tujuan proyek. WBS ini menjelaskan proyek dengan membaginya kedalam sub komponen yang lebih detail lagi, dan akhirnya kedalam serangkaian aktivitas setara biaya yang terkait dengannya. WBS juga memudahkan penjadwalan dan pengendalian karena merupakan elemen perencanaan yang terdiri atas kerangka-kerangka seperti dibawah ini : (Husen, 2018)

- 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 merupakan bagaimana menempatkan kegiatan tersebut di tempat yang benar, apakah harus bersamaan, setelah pekerjaan yang lain selesai atau sebelum pekerjaan yang lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. *tehnological 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 mengatasi masalah penjadwalan proyek diantaranya *Critical Path Method (CPM)*, *Precedence Diagram Method (PDM)*, teknik *Bar Chart-Kurva S*, *Line Of Balance (LOB)*, dan *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*. Ada juga 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 Techniqui (PNET)*, dan masih banyak lagi metode penjadwalan yang terus dikembangkan saat ini. Untuk metode penjadwalan yang sudah umum digunakan tentu tidak asing lagi bagi kita. Berikut disampaikan beberapa metode penjadwalan yang merupakan metode-metode pengembangan.

2.3.1 Network Planning

Pengertian jaringan atau network planning adalah yang digunakan untuk merencanakan, mengatur, dan mengontrol aktivitas konstruksi. Untuk analisa jaringan kerja, terdapat sistem kontrol untuk diselesaikan, termasuk aktivitas tunggal, aktivitas gabungan, aktivitas paralel, dan jalur kritis. Jaringan kerja adalah gambaran proses dan tahapan dalam setiap aktivitas kerja untuk memudahkan dalam memahami setiap pekerjaan proyek individu. (Husen, 2018)

Implementasi proyek berharap menemukan metode yang berguna untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian ketika berhadapan dengan beberapa kegiatan yang kompleks. Kemudian ditemukan metode jaringan untuk menyajikan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian secara sistematis. Rencana tersebut dapat digunakan sebagai pedoman pelaksanaan konstruksi. Rencana tersebut digunakan untuk menentukan bagaimana menggunakan berbagai jenis teknologi dan metode konstruksi untuk melaksanakan kegiatan berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan. Jadwal digunakan untuk menjelaskan rencana kegiatan secara logis dan runtut agar lebih mudah dipahami dikoordinasikan kontrol adalah



untuk memantau proses kegiatan proyek dan fokus pada kualitas untuk memastikan bahwa standar dan spesifikasi yang ditentukan terpenuhi. (Andhika, 2017)



Pada saat yang sama mengemukakan bahwa perencanaan jaringan adalah salah satu model yang digunakan dalam pelaksanaan proyek dan produknya adalah informasi tentang kegiatan yang terdapat dalam diagram jaringan proyek. Informasi ini adalah tentang sumber daya yang digunakan untuk kegiatan terkait dan tentang jadwal pelaksanaan 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 penggunaan sumber daya.

Jaringan adalah jaringan yang terdiri dari serangkaian aktivitas yang menyelesaikan suatu proyek sesuai dengan urutan dan ketergantungan satu aktivitas dengan aktivitas lainnya. Oleh karena itu, jika aktivitas sebelumnya belum selesai, pekerjaan tidak dapat dimulai. Simbol yang digunakan untuk menggambarkan jaringan.

Tabel 2.1 simbol-simbol *network planning*

Simbol	Keterangan
 (Anak panah)	Suatu aktivitas dalam proyek digambarkan dengan anak panah, sedangkan untuk arah aktivitas digambarkan dengan arah anak panah. Hal ini dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas yang dapat didahului atau <i>predecessor activity</i> dan aktivitas yang mengikuti aktivitas sebelumnya atau <i>successor activity</i> .
 (Node)	Setiap event dalam aktivitas proyek diwakili oleh sebuah node. Suatu peristiwa atau event dapat diartikan sebagai asal mula atau perjumpaan suatu peristiwa.

<p style="text-align: center;">  (Dummy) </p>	<p>Tujuan Dummy adalah membatasi dimulainya aktivitas. Dummy sering digunakan sebagai alat bantu dalam hal menunjukkan aktivitas pekerjaan. Perbedaan dari aktivitas dummy dan aktivitas normal adalah aktivitas dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, sehingga waktu dan biaya yang diperlukan adalah nol.</p>
<p style="text-align: center;">  (Anak panah dengan garis tebal) </p>	<p>Menunjukkan kegiatan kritis.</p>

Sumber : (Hayun dalam Aldio Arya P.S, 2017)

Pada Tabel 2.1 Simbol-simbol tersebut digunakan dengan mengikuti aturan- aturan sebagai berikut: Diantara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian. (Sahril, 2022)

Network planning juga memiliki manfaat saat mengaplikasikannya, manfaat tersebut adalah sebagai berikut : (Hayun, 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, pelaksana proyek dapat memperkirakan tindakan pencegahan.
3. Dapat mengetahui mana aktivitas yang dapat ditunda atau harus segera dikerjakan.
4. Membantu menyampaikan proses kerja dari suatu proyek.
5. Dapat membantu dan dalam mencapai hasil yang efisien dari segi biaya dan sumber daya.

Membantu menganalisis setiap aktivitas proyek sehingga dapat mengetahui

risiko apa saja yang mungkin terjadi.

2.3.2 CPM (*Critical Path Method*)

Metode jalur kritis (CPM) dikembangkan pada tahun 1957 oleh Kelly dari Remington-Rand dan Walkel dari Duffont, seorang insinyur dan ahli matematika. Pada saat itu, metode ini penting untuk perencanaan dan pengendalian dalam konstruksi, pemeliharaan, dan desain teknik. Saat itu CPM digunakan untuk membantu mendirikan pabrik kimia di DuPont (Wijaya, 2013).

Metode jalur kritis adalah metode berbasis jaringan yang menggunakan penyeimbangan biaya waktu linier. Dengan melewati aktivitas dengan biaya tertentu, setiap aktivitas dapat diselesaikan lebih cepat dari biasanya. Oleh karena itu, jika waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan dapat dilewati untuk menyelesaikan proyek dalam waktu yang lebih singkat. (Wijaya, 2013)

CPM digunakan apabila tidak ada waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, dimana penyimpangan relatif kecil atau dapat diabaikan. (Lantara, 2018)

CPM adalah metode berdasarkan jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear. Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. (Wiratamani & Prawitasari, 2013)

Critical Path Method (CPM) adalah teknik yang digunakan untuk melakukan perencanaan proyek menggunakan algoritma matematis. Dalam menentukan durasi proyek secara keseluruhan dilakukan dengan cara hitungan maju dan hitungan mundur. (Sahril, 2022)

1. Hitungan maju adalah salah satu cara dalam mengidentifikasi jalur kritis, dengan cara menghitung atau menentukan saat paling awal dari peristiwa-peristiwa sampai peristiwa paling akhir, seperti pada Persamaan 2.1

$$EF = ES + D \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

EF : waktu selesai paling awal suatu event ES : waktu mulai paling awal suatu event D : durasi kegiatan yang bersangkutan.

1. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja. Tujuan perhitungan mundur untuk menganalisis kapan mulainya kegiatan diperbolehkan tanpa mengakibatkan jadwal proyek terlambat. Sesuai perhitungan maju diatas seperti pada Persamaan 2.2

$$LS = LF - D \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana:

LS : waktu paling awal suatu event boleh diselesaikan

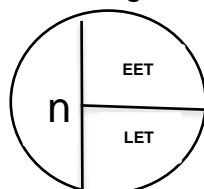
LF : waktu paling akhir suatu event boleh selesai

Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja CPM, antara lain :

1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkaran proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan.
2. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
3. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek
4. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan flod pada jaringan kerja. (Sahril, 2022)

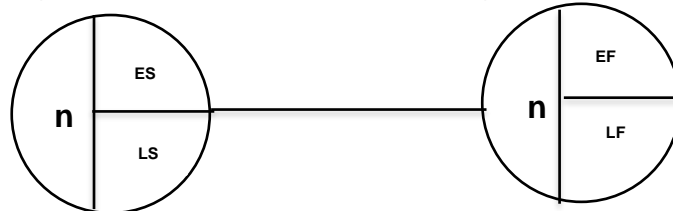
Untuk membedakan anantara peristiwa satu dengan yang lain, maka setiap peristiwa diberi nomor yang lebih besar,

Untuk membedakan anantara peristiwa satu dengan yang lain, maka setiap peristiwa diberi nomor yang lebih besar, penomoran yang memiliki jarak akan lebih baik karena memberikan keluasan apabila perlu penyimpanan suatu kegiatan tambahan. Model lingkaran dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Lingkaran kegiatan (Djojowiriono, 2005)

Pada Gambar 2.1 menunjukkan lingkaran yang menggambarkan peristiwa (*event*) yang didalam terdapat nomor peristiwa (n), saat paling awal peristiwa n mungkin terjadi (EET) dan saat paling awal peristiwa n boleh terjadi (LET).



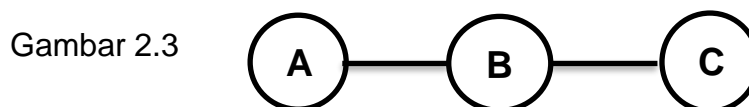
Gambar 2.2 Lingkaran (Abduh, 2004)

Gambar 2.2 dapat dilihat hubungan antar peristiwa dengan simbol *ES* (*Earliest Star Time*) yaitu waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai. *LS* (*Latest Start Time*) waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek. *EF* (*Earliest Finish time*) waktu paling awal kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan $ES +$ waktu kegiatan. *LF* (*Latest finish Time*) waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan $LS +$ waktu kegiatan.

a. Hubungan Antara Simbol dan Kegiatan

Hubangan antar simbol dan kegiatan dinyatakan sebagai berikut :

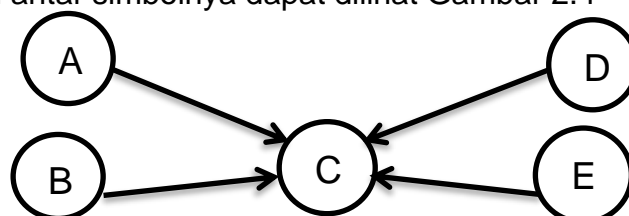
1. Aktifitas B harus dapat dimulai sebuah aktivitas A selesai dikerjakan (hubungan seri). Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada



Gambar 2.3 Antar Simbol (Soeharto, 1999)

Pada Gambar 2.3 menunjukkan hubungan jaringan network dimana aktivitas A diselesaikan dahulu baru aktivitas B selanjutnya dapat dikerjakan sampai selesai dan dilanjutkan dengan aktivitas C.

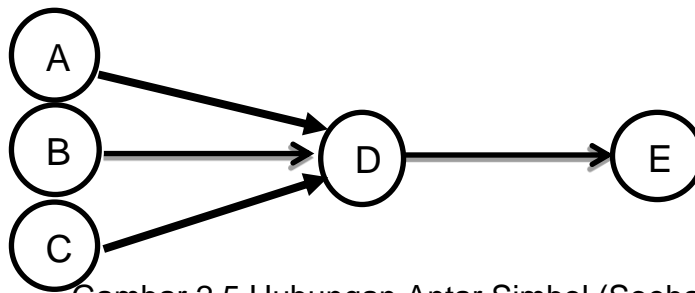
2. Setelah kegiatan ABC selesai, baru dimulai dengan kegiatan D, model hubungan antar simbolnya dapat dilihat Gambar 2.4



Gambar 2.4 Hubungan Antar Simbol (Soeharto, 1999)

Pada Gambar 2.4 menunjukkan hubungan jaringan *network* dimana kegiatan ABC dikerjakan hingga selesai kegiatan D selanjutnya dikerjakan sampai selesai dan dilanjutkan dengan kegiatan E.

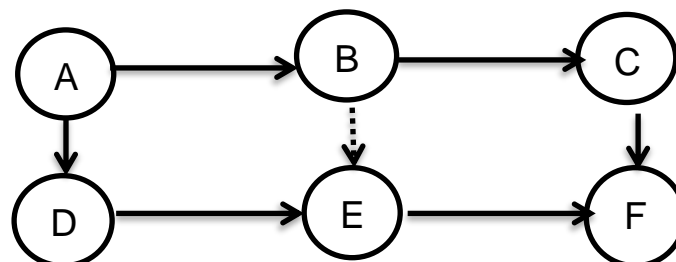
3. Aktivitas AB selesai, kemudian dilanjutkan ke kegiatan C, kemudian kegiatan DF model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Hubungan Antar Simbol (Soeharto, 1999)

Pada Gambar 2.5 kegiatan C dapat dikerjakan setelah kegiatan A dan B sudah selesai, selanjutnya kegiatan D dan E dapat dikerjakan setelah kegiatan C selesai.

4. Aktivitas BE merupakan kegiatan *dummy*. Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Hubungan antar Simbol (Soeharto, 1999)

Pada Gambar 2.6 menunjukkan hubungan kegiatan BE merupakan kegiatan *dummy*. *Dummy* adalah kegiatan fiktif yang tidak memerlukan waktu kegiatan dan untuk menunjukkan hubungan ketergantungan.

b. Jalur Kritis (*Critical Path Method*)

Jaringan kerja adalah *framework* untuk sistem informasi proyek yang akan digunakan oleh manajer proyek untuk membuat keputusan yang berhubungan dengan waktu, biaya, dan *performance*. Jaringan kerja

memeberikan waktu dimana kegiatan dapat dimulai dan diselesaikan dan kapan kegiatan dapat ditunda. (Gray, 2006)

Suatu event dikatakan sebagai bagian dari jalur kritis apabila $LS = ES$ dan $LF = EF$ berdasarkan ketentuan tersebut maka akan menentukan jalur kritis suatu jaringan kerja diperlukan hitungan maju dan hitungan mundur. (Sahril, 2022)

1. Cara menentukan lintasan kritis

Cara menentukan lintasan kritis dalam suatu perencanaan jaringan kerja adalah sebagai berikut :

Lintasan kritis dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan yang mempunyai nilai *Free float* dan *total float* sama dengan nol. Lintasan kritis juga dapat pula ditentukan dengan mencari lintasan durasi terpanjang.

2. Identifikasi jalur kritis (Sahril, 2022)

Dengan adanya parameter yang bertambah banyak, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Untuk maksud tersebut, dikerjakan analisis serupa dengan metode AOA/CPM, dengan memperhatikan konstrain yang terkait.

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

1. Melakukan penundaan aktivitas pada jalur kritis mengakibatkan durasi proyek juga akan tertunda penyelesaiannya.
2. Waktu pelaksanaan 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 ideal termasuk dalam aktivitas jalur 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 adalah total waktu yang diperbolehkan untuk menunda kegiatan proyek. Rumus untuk selisih waktu total adalah: (Levin,

2007)

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

Kegiatan dengan selisih waktu total nol dapat dikatakan kegiatan kritis atau pada jalur kritis. Jalur kritis hanya melewati jalur kritis, yaitu dari aktivitas kunci awal proyek hingga akhir aktivitas kunci. Jalur non-kritis dapat disesuaikan atau diubah ke rentang nilai total slack tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian. (Levin, 2007)

Dalam menentukan durasi tiap kegiatan di dasarkan pada volume pekerjaan, jumlah tenaga kerja dan koefisien.

Durasi proyek dihitung berdasarkan rumus pada persamaan sebagai berikut:

A. Durasi pekerjaan

$$D = \frac{V \times \Sigma K}{\Sigma TK} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan

D = Durasi pekerjaan

V = Volume pekerjaan

K = Koefisien

ΣTK = Jumlah Tenaga Kerja

B. Jumlah Tenaga Kerja

$$\Sigma TK = K \times V \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan

TK = Tenaga Kerja

V = Volume

K = Koefisien

2.3.3 PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

PERT atau *Project Evaluation and Riview Technique* merupakan sebuah model management science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Sugiarta, 2021). Metode PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi, mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek. (Angelin & Ariyanti, 2018)

PERT juga menggunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan

waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis. Waktu optimis adalah perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai, kemungkinan terjadi hanya satu kali dari 100. Waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang lain yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan. Waktu realistis adalah waktu yang berdasarkan pikiran estimator. (Lokajaya, 2019)

Dalam menentukan nilai (T_e) dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedangkan kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin adalah empat kali lebih besar dari kedua peristiwa optimistik dan pesimistik sehingga apa bila dijumlah akan bernilai 6 (enam) sesuai dengan rentang kurva distribusi peristiwa yang telah di standarkan. Rumusnya adalah (Yamit, 2003) :

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (2.5)$$

Dimana :

T_e = durasi kegiatan yang diharapkan

a = waktu optimis

m = waktu paling mungkin (Realistis)

b = waktu pesimis

➤ Mencari Nilai Optimis

$$a = m - z.se$$

➤ Mencari Nilai Pesimis

$$b = m + z.se$$

Keterangan :

a = *Optimistis time*

b = *Pesimistis time*

t_r = waktu normal

z = distribusi normal

se = Standar Deviasi

komponen-komponen PERT yaitu:

a. Kegiatan (activity)

Merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan/kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan waktu berakhirnya kegiatan.

b. Peristiwa (event)

Yaitu menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Biasanya peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau nodes dan juga diberi nomor dengan nomor-nomor yang lebih kecil bagi peristiwa-peristiwa yang mendahuluinya dan biasanya dihubungkan dengan menggunakan anak panah.

c. Waktu kegiatan (*activity time*)

Yaitu suatu unsur yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan.

d. Waktu mulai dan waktu berakhir

Waktu mulai dan waktu berakhir yang terdiri dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling lambat (LS), waktu selsai paling awal (EF) dan waktu selsai paling lambat (LF).

e. Kegiatan 2 semu (dummy)

Yaitu suatu kegiatan yang tidak sebenarnya dan biasanya ditunjukkan dengan gari putus-putus. (Zaky, 2022)

a. Langkah-Langkah Metode PERT

Langkah-langkah dalam pembuatan PERT yaitu : (Azis , 2019)

1. Identifikasi kegiatan dan kejadian.
2. Menetapkan urutan kegiatan.
3. Membuat diagram kegiatan.
4. Estimasi waktu untuk setiap kegiatan.
5. Menspesifikasikan jalur kritis.
6. Meng-update diagram sesuai kemajuan proyek.

Langkah *network planning* menggunakan pendekatan PERT untuk mengetahui nilai probabilitas kegiatan proyek terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan.

b. Identifikasi Lintasan Kritis Dan Waktu Mengambang (*Slack*) Pada PERT

Lintasan kritis adalah lintasan terpanjang dalam hal total waktu dimana proyek terjadi paling lama sehingga dapat disimpulkan bahwa umur proyek merupakan waktu terakhir dari lintasan kritis. Pekerjaan yang dilalui lintasan kritis memiliki waktu tenggang/float = 0. Kegiatan kritis tersebut yang dijadikan patokan untuk menentukan total durasi tercepat untuk menyelesaikan semua kegiatan pada proyek tersebut. Apabila ada satu kegiatan yang pelaksanaannya terlambat/tertunda akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Pada metode PERT, yang menjadi patokan untuk melakukan *te* dengan menggunakan konsep *te*, nilai waktu paling awal peristiwa terjadi (*EF*) dan nilai waktu paling akhir peristiwa terjadi (*LF*) maka identifikasi jalur kritis terbagi menjadi dua macam, yaitu:

➤ Perhitungan Maju, yaitu:

- Kecuali kegiatan awal, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya selesai.
- Waktu paling awal sama dengan nol.
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan ke – *j* sama dengan waktu mulai paling awal kegiatan ke – *i* ditambah dengan kurun waktu (*D*) kegiatan yang bersangkutan.

$$ES(j) = \max(ES(i) + D) \dots \dots \dots (2.6)$$

➤ Perhitungan Mundur, yaitu:

- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hasil terakhir perhitungan maju.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan ke – *i* adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan ke – *j* dikurangi kurun waktu (*D*) kegiatan yang bersangkutan.

$$LF(i) = \min(LF(j) - D)$$

- Jika suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya, maka waktu paling akhir (*LF*) adalah sama dengan waktu mulai paling

akhir (*LS*) kegiatan berikutnya yang paling kecil. Dan *slack* pada jalur kritis berlaku :

$$Slack = 0 \text{ atau } ES - LF = 0$$

Estimasi kurun waktu kegiatan dalam metode PERT memakai rentang waktu dengan menandai derajat ketidakpastian (probabilitas) yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Pada dasarnya teori probabilitas bertujuan mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainly*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Besarnya suatu ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk *a* dan *b*. parameter yang membahas tentang hal ini dikenal dengan *deviasi standar* dan *varians*. Berdasarkan ilmu statistik, angka deviasi standar adalah sebesar 1/6 dari rentang distribusi (*b - a*) yang ditulis dalam rumus :

Rumus deviasi standar kegiatan :

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \dots \dots \dots (2.7)$$

Rumus Varians Kegiatan :

$$V(te) = S^2 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : *S* = deviasi standar kegiatan

V(te) = varians kegiatan

Kemungkinan mencapai target jadwal pada metode PERT dinyatakan dengan *z* yaitu hubungan antara waktu yang diharapkan (*EET*) dengan target *T(d)* dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - Te}{SeLk} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana : *z* = Kemungkinan target yang hendak dicapai

T(d) = Total durasi

Te = Waktu paling awal peristiwa

SeLk = Standar deviasi

c. Teori Probabilitas

Probabilitas digunakan untuk menggambarkan tingkat kesuksesan suatu proyek. Dengan teori probabilitas ini, pihak proyek nantinya akan bisa membandingkan antara waktu optimis, waktu pesimis, waktu normal, rata-rata

waktu yang diharapkan dan durasi rencana proyek. Untuk melihat probabilitas proyek maka dapat dilihat dari tabel distribusi normal.

2.4 Orientasi Ke Peristiwa

Pada gambar dijelaskan tentang proses pekerjaan. Disini metode PERT yang berorientasi terjadinya peristiwa, ingin mendapatkan penjelasan kapan peristiwa pekerjaan dimulai $E(i)$ dan kapan peristiwa pekerjaan selesai $E(j)$. sedangkan CPM menekankan keterangan perihal pelaksanaan pekerjaan dan berapa lama waktu yang diperlukan (D). meskipun diantara terjadinya suatu peristiwa tidak dapat dipisahkan dari kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai atau melahirkan peristiwa tersebut, namun penekanan yang dimiliki masing-masing metode perlu diketahui untuk memahami latar belakang dan maksud pemakaiannya. (Pratama, 2020)



Gambar 2.7 Orientasi Peristiwa Versus Kegiatan

2.5 Persamaan dan Perbedaan CPM dan PERT

persamaan dan perbedaan CPM dan PERT antara lain :

1. Persamaan CPM dan PERT

- a. Teknik yang paling banyak digunakan dalam menentukan perencanaan, pengendalian dan pengawasan proyek.
- b. Keduanya menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek.
- c. Keduanya dapat membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya atau pengguna sumber daya.

2. Perbedaan CPM dan PERT

- a. CPM menggunakan satu jenis waktu untuk tafsiran waktu kegiatan, sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu yaitu: Optimis, Pesimis, dan Waktu paling mungkin.
- b. CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan, sedangkan PERT proyek terdiri dari peristiwa yang susul dan menyusul.

- c. CPM menggunakan pendekatan anak panah sebagai symbol kegiatan, sedangkan PERT menggunakan pendekatan lingkaran atau node sebagai symbol kegiatan. (Miftachurrochman, 2020)