

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Pengertian proyek menurut Soehendardjati dan Dannayanti (2010) adalah sebagai berikut ini.

1. Proyek adalah suatu kegiatan terorganisir yang menggunakan sumber daya yang dijalankan selama jangka waktu yang terbatas yang mempunyai titik awal dimulainya dan titik akhir saat berakhirnya.
2. Proyek adalah usaha yang kompleks, biasanya kurang dari tiga tahun dan merupakan kesatuan dari tugas yang berhubungan dengan sasaran, jadwal, dan anggaran yang terumuskan dengan baik.

3.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu cara/metode untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan, infrastruktur dengan menggunakan sumber daya yang secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu (Ervianto, 2002).

Manajemen merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam dunia pembangunan, baik dilihat secara fungsi dari manajemen itu sendiri maupun arti dari pentingnya manajemen dari sisi administrasi dalam suatu organisasi. Dalam pelaksanaannya sering kita temui bahwa suatu planning yang sudah direncanakan tidak berbanding lurus dengan realita (Daulasi dkk, 2016).

Menurut Soeharto (1995), manajemen konstruksi mempunyai ruang lingkup yang cukup luas, karena mencakup tahapan kegiatan sejak awal pelaksanaan pekerjaan sampai dengan akhir pelaksanaan yang berupa hasil pembangunan. Tahapan kegiatan tersebut dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

1. Perencanaan (*Planning*)

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

Perencanaan harus dibuat dengan cermat, lengkap, terpadu dan dengan tingkat kesalahan paling minimal. Namun, hasil dari perencanaan bukanlah dokumen bebas dari koreksi karena sebagai acuan bagi tahapan pelaksanaan dan pengendalian, perencanaan harus terus disempurnakan secara iterative untuk menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses selanjutnya

2. Mengorganisir (*Organizing*)

Mengorganisir dapat diartikan sebagai sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasi kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Pelaksanaan adalah implementasi atau realisasi dari apa yang sudah direncanakan, pelaksanaan juga merupakan proses dan cara atau teknik menerapkan perencanaan secara real. Didalam fungsi pelaksanaan termasuk didalamnya juga fungsi pengorganisasian yang meliputi lingkup kerja, pembagian kerja, job description, staffing, struktur organisasi.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian dapat dilakukan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah diterapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dengan hasil yang memuaskan. Untuk itu dilakukan bentuk-bentuk kegiatan seperti berikut ini.

- a. Supervisi

Melakukan serangkaian kegiatan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam operasional dapat dilakukan secara bersama-sama oleh semua personel dengan kendali pengawas.

b. Inspeksi

Melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.

c. Tindakan koreksi

Melakukan perubahan dan perbaikan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.

5. Menggunakan Pendekatan Sistem (*System approach*)

Pendekatan ini menekankan bahwa proyek adalah bagian dari siklus sistem yang lengkap. Dengan demikian penanganannya hendaknya mengikuti metodologi sistem. Misalnya, pada tahap konseptual dan PP / Definisi dipakai analisis sistem sebagai sarana dalam mengambil keputusan. Untuk mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik dipakai engineering sistem, sedangkan pada tahap implementasi dipakai manajemen sistem. Manajemen sistem ditandai oleh upaya mencapai keberhasilan total sistem, bukan unsur-unsurnya.

3.3 Pengendalian Proyek Konstruksi

3.3.1 Definisi Pengendalian

Pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemungkinan mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran (Mockler, 1972).

3.3.2 Proses Pengendalian

Menurut Soeharto (1995) Proses pengendalian proyek dapat diuraikan pada langkah-langkah berikut ini:

1. Menentukan Sasaran

Sasaran pokok proyek adalah menghasilkan produk atau instalasi dengan batasan anggaran, jadwal, dan mutu yang telah ditentukan. Sasaran ini

dihasilkan dari satu perencanaan dasar dan menjadi salah satu faktor pertimbangan utama dalam mengambil keputusan untuk melakukan investasi atau membangun proyek, sehingga sasaran-sasaran tersebut merupakan tonggak tujuan dari kegiatan pengendalian.

2. Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas sasaran maka lingkup proyek didefinisikan lebih lanjut, yaitu mengenai ukuran, batas, dan jenis pekerjaan apa saja (paket kerja, SRK) yang harus dilakukan untuk menyelesaikan lingkup proyek keseluruhan. Misalnya proyek engineering konstruksi, pekerjaan-pekerjaan tersebut terdiri dari engineering, pengadaan, dan konstruksi, yang masing-masing telah ditentukan anggaran, jadwal, dan mutunya.

3. Standar dan Kriteria

Dalam usaha mencapai sasaran secara efektif dan efisien, perlu disusun suatu standar, kriteria, atau spesifikasi yang dipakai sebagai tolok ukur untuk membandingkan dan menganalisis hasil pekerjaan. Standar, kriteria, dan patokan yang dipilih dan ditentukan harus bersifat kuantitatif, demikian pula metode pengukuran dan perhitungannya harus dapat memberikan indikasi terhadap pencapaian sasaran. Terdapat bermacam-macam standar dan kriteria, di antaranya adalah:

- a. Berupa satuan uang, seperti anggaran per satuan unit pekerjaan (SRK), anggaran pekerjaan per unit per jam, penyewaan alat per unit per jam, biaya angkutan per ton per km;
- b. Berupa jadwal, misalnya waktu yang ditentukan untuk mencapai milestone;
- c. Berupa unit pekerjaan yang berhasil diselesaikan;
- d. Berupa standar mutu, kriteria, dan spesifikasi, misalnya yang berhubungan dengan kualitas material, dan hasil uji coba kendaraan.

4. Merancang sistem informasi

Satu hal yang perlu ditekankan dalam proses pengendalian proyek adalah perlunya suatu sistem informasi dan pengumpulan data yang mampu memberikan keterangan tepat, cepat, dan akurat. Sistem ini diperlukan

untuk kegiatan-kegiatan dalam merancang sistem informasi dan mengolahnya menjadi suatu bentuk informasi yang dapat dipakai untuk tindakan pengambilan keputusan. Suatu perangkat sistem informasi manajemen proyek (management information system), yaitu komputer yang dapat mengumpulkan, menganalisis, menyimpan data, dan memprosesnya menjadi informasi yang diperlukan.

- a. Memantau dan melaporkan. Pada akhir suatu kurun waktu yang ditentukan, diadakan pelaporan dan pemeriksaan, pengukuran dan pengumpulan data serta informasi hasil pelaksanaan pekerjaan. Agar memperoleh gambaran yang realistis, pelaporan sejauh mungkin didasarkan atas pengukuran penyelesaian fisik pekerjaan, misalnya dalam meter pipa yang telah terpasang, banyaknya gambar konstruksi yang telah diselesaikan, meter kubik pengerutan pelabuhan yang telah terlaksana, dan lain sebagainya.
5. Mengkaji dan Menganalisis Hasil Pekerjaan
Langkah ini berarti mengkaji segala sesuatu yang dihasilkan oleh kegiatan perancangan sistem informasi. Di sini diadakan analisis atas indikator yang diperoleh dan mencoba membandingkan dengan kriteria dan standar yang ditentukan. Hasil analisis ini penting karena akan digunakan sebagai landasan dan dasar tindakan pembetulan. Oleh karena itu metode yang digunakan harus tepat dan peka terhadap adanya kemungkinan penyimpangan.
 6. Mengadakan Tindakan pembetulan
Apabila hasil analisis menunjukkan adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu diadakan langkah-langkah pembetulan. Tindakan pembetulan dapat berupa:
 - a. Realokasi sumber daya, misalnya memindahkan peralatan, tenaga kerja, dan kegiatan pembangunan fasilitas pembantu untuk dipusatkan ke kegiatan konstruksi instalasi dalam rangka mengejar jadwal produksi;

- b. Menambah tenaga kerja dan pengawasan serta biaya dari kontingensi;
- c. Mengubah metode, cara, dan prosedur kerja atau mengganti peralatan yang digunakan.

Hasil analisis dan pembetulan akan berguna sebagai umpan balik perencanaan pekerjaan selanjutnya dalam rangka mengusahakan tetap tercapainya sasaran semula.

3.3.3 Fungsi Pengendalian

Pengendalian merupakan bagian integral dari proses manajemen proyek yang membentuk daur siklus. Pada dasarnya siklus merupakan kegiatan terus menerus seiring seiring dengan berlangsungnya proses rekayasa konstruksi (Dipohusodo, 1995). Pengendalian memiliki dua fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai berikut.

1. Fungsi Pemantauan

Pelaksanaan pengendalian melalui pemantauan (monitoring) berarti melakukan observasi serta pengujian pada interval tertentu untuk memeriksa baik kinerja maupun dampak langsung pada proyek (Dipohusodo, 1995). Dengan pemantauan yang baik terhadap semua kegiatan proyek akan memaksa unsur-unsur pelaksana untuk bekerja secara cakap dan jujur. Pemantauan yang baik ini akan menjadi motivasi utama untuk mencapai performa yang tinggi, misalnya dengan memberi penjelasan kepada pekerja mengenai apa saja yang harus mereka lakukan untuk mencapai performa yang tinggi kemudian memberikan umpan balik terhadap performa yang telah tinggi, misalnya dengan memberi penjelasan kepada pekerja mengenai apa saja yang harus mereka lakukan untuk mencapai performa yang tinggi kemudian memberikan umpan balik terhadap performa yang telah dicapainya. Sehingga masing masing mengetahui sejauh apa prestasi yang telah dicapai.

2. Fungsi Manajerial

Pada proyek–proyek yang kompleks dan mudah terjadi perubahan (dinamis) pemakaian pengendalian dan sistem informasi yang baik akan memudahkan manajer untuk segera mengetahui bagian–bagian pekerjaan yang mengalami kejanggalan atau memiliki peforma yang kurang baik. Dengan demikian dapat segera dilakukan usaha untuk mengatasi atau meminimalkan kejanggalan tersebut.

3.4 Penjadwalan Proyek (*Time Schedule*)

Menurut Somantri (2009) Suatu penjadwalan proyek (*time schedule*) dibuat untuk menentukan jangka waktu suatu proyek dari mulainya suatu proyek sampai proyek tersebut selesai. Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan gantt. Menurut Gantt yang dikutip Heizer dan Render (2001) dalam Somantri (2005), mengatakan bahwa *Gantt Chart* (diagram *gantt*) dapat membantu manajer dalam beberapa hal, diantaranya:

1. Merencanakan semua kegiatan.
2. Perhitungan penyelesaian pesanan.
3. Pencatatan perkiraan waktu.
4. Pengembangan seluruhan jangka waktu proyek.

Penjadwalan proyek tidak hanya dibuat dengan menggunakan *gantt chart*, tetapi dibuat dengan menggunakan pendekatan lainnya. Tetapi Heizer dan Render (2001) menyimpulkan bahwa apapun pendekatan yang digunakan oleh manajemen proyek, penjadwalan proyek menyediakan beberapa kegiatan, yaitu:

1. Menunjukkan hubungan tiap aktivitas kepada yang lainnya dan kepada seluruh proyek.
2. Menunjukkan hubungan utama diantara kegiatan-kegiatan.
3. Mendorong penentuan waktu yang diperlukan dan perkiraan biaya untuk setiap kegiatan.
4. Membantu meningkatkan kegunaan sumber daya manusia, uang dan material dengan identifikasi hambatan kritis dalam proyek.

Menurut Husen (2008), penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. (Abrar Husen, 2008). Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut .

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Sedangkan kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut.

1. Sasaran dan tujuan proyek.
2. Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *master schedule*.

3. Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia.
4. Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur.
5. Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan di antaranya.
6. Kerja lembur dan pembagian *shift* kerja untuk mempercepat proyek.
7. Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia.
8. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan seperti metode penjadwalan proyek yang akan diuraikan pada subbab selanjutnya. Kemampuan *scheduler* yang memadai dan bantuan *software* computer untuk penjadwalan dapat membantu memberikan hasil yang optimum.

3.4.1 Metode Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2008), ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variable-variabel yang mempengaruhinya juga harus dimonitor, misalnya mutu, keselamatan kerja, ketersediaan peralatan dan material, serta *stakeholder* proyek terlibat. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap pada jalur yang diinginkan.

Menurut Pardede (2014), metode yang digunakan dalam melakukan penjadwalan antara lain:

1. Bagan Balok (*Barchart*)

Menurut Husen (2008), *barchart* ditemukan oleh Gantt dan Fredrick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Format bagan balok informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana.

Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu atau bulan sebagai durasinya.

Pada bagian ini juga dapat ditentukan *milestone* sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal.

Penyajian informasi bagan balok agak terbatas, misal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena urutan kegiatan kurang terinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan.

Menurut Soeharto (1995), bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan pada saat pelaporan. Kelebihan dari bagan balok adalah metode ini mudah dibuat dan dipahami dan sangat berfaedah sebagai alat perencanaan dan komunikasi.

Bila digabungkan dengan metode lain misalnya grafik S dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas. Namun, metode bagan balok terbatas karena kendala- kendala berikut.

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.

2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi “kuno” dan menurun daya gunanya.
3. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan tersendiri di antara mereka, sehingga mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang pening saja, seperti halnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama, karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan para peserta proyek.

2. Kurva S (*Hanumm Curve*)

Menurut Husen (2008), kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.

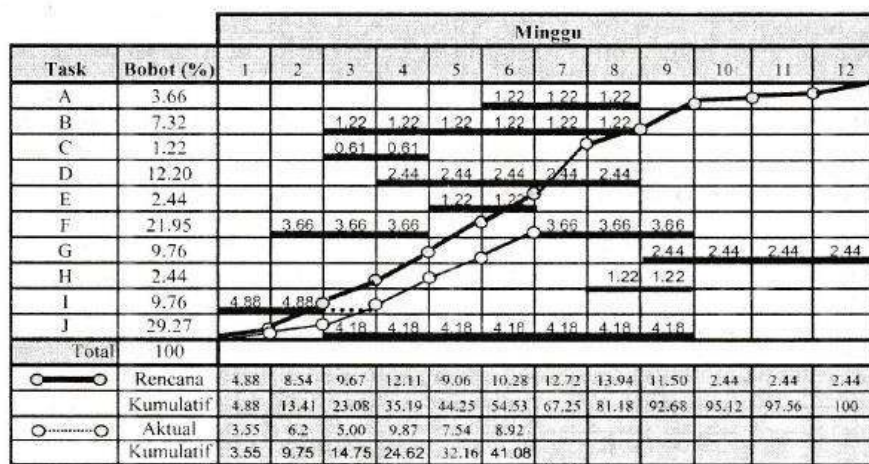
Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misal metode bagan balok atau *network planning* dengan memperbarui sumber daya maupun waktu pada masing- masing kegiatan.

Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan

membentuk kurva S.

Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil.

Menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan. Berikut ini Tabel 3.1 menunjukkan contoh bagan balok yang penggunaannya dikombinasi dengan metode Kurva S.



Tabel 3.1 Bagan Balok Dikombinasikan Dengan Kurva S

(Sumber: Husen, 2008)

2. Metode Penjadwalan Linier (Diagram Vektor)

Menurut Husen (2008), metode ini biasanya sangat efektif dipakai untuk proyek dengan jumlah kegiatan relatif sedikit dan banyak digunakan untuk penjadwalan dengan kegiatan yang berulang seperti pada proyek konstruksi jalan raya, *runway* Bandar udara, terowongan/*tunnel* atau proyek industri manufaktur.

Metode ini cukup efektif untuk digunakan pada proyek bangunan gedung bertingkat dengan keragaman masing-masing tingkat bangunan relatif sama. Pada proyek yang cukup besar, metode ini membantu memonitor kemajuan

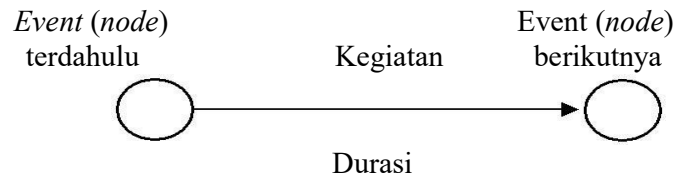
beberapa kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini dapat dilakukan bila metode ini dikombinasikan dengan metode *Network*, karena metode penjadwalan linier dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan dengan metode *Network*.

3. Metode CPM (*Critical Path Method*)

Menurut Husen (2008), metode CPM (*critical path method*) diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan Du-Pont dan Rand Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relative lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi *network planning*, *monitoring* serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbaiki jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lainnya.

Menurut Soeharto (1995), pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

Menurut Pardede (2014), Metode CPM (*critical path method*) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*). Berikut bentuk CPM dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Contoh Diagram Anak Panah

(Sumber: Paerdede, 2014)

Dalam CPM (*critical path method*) dikenal istilah EET (*earliest event time*), peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari event dan LET (*latest event time*), peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari *event*, *Total Float*, *Free Float*, dan *Independent Float*. Hubungan antara EET dan LET ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram AOA

(*Activity On Arrow*)

(Sumber: Husen, 2008)

3. Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Menurut Ervianto (2004), PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dikembangkan sejak tahun 1958 oleh US Navy dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System*. Teknik ini mampu mereduksi waktu selama dua tahun dalam pengembangan sistem senjata tersebut dan sejak itu mulai digunakan secara luas.

Pada prosedur penjadwalan dengan metode CPM diasumsikan bahwa durasi suatu kegiatan proyek dianggap telah diketahui secara pasti. Dalam kenyataannya prosedur penjadwalan melalui proses yang dinamakan estimasi (estimasi durasi maupun estimasi biaya). Ciri utama dari estimasi adalah mengandung unsur ketidakpastian. Hal ini sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi yaitu tingkat resiko yang tinggi terhadap setiap perubahan yang terjadi. Cara yang formal untuk memasukkan ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis

penjadwalannya secara probalistik, dalam hal ini dapat digunakan PERT *scheduling*.

PERT mempunyai banyak kesamaan dengan CPM dan PDM. Seperti dalam CPM, PERT menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA), yang berarti bahwa *arrow* digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan *node* menggambarkan *event*. PERT tidak seperti dalam CPM dan PDM, tetapi berorientasi pada *event* (*event-oriented technique*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kejadian (*event times*). Sedangkan CPM dan PDM berorientasi pada waktu kegiatan (*task-oriented*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kegiatan (*task times*).

3.4.2 Penjadwalan

Pada penjadwalan akan ditetapkan hubungan antar tugas pada suatu proyek yang biasa disebut dengan *predecessors*. Hal ini dilakukan setelah jenis pekerjaan dan durasi dimasukkan. Setelah hubungan antar tugas ditetapkan, gambaran atau potret proyek keseluruhan akan nampak, sehingga dapat dilihat lintasan kritis.

Secara umum terdapat empat hubungan antar-pekerjaan yaitu.

1. *Start to Start* (SS)

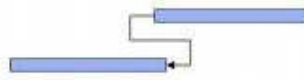
Merupakan hubungan antar dua tugas, kedua tugas dimulai pada waktu yang bersamaan, seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram *Start to Start*

2. *Finish to Start* (FS)

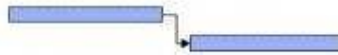
Merupakan hubungan antara dua tugas, tugas pertama boleh selesai apabila tugas kedua dimulai, seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Diagram *Finish to Start*

3. *Start to Finish* (SF)

Merupakan hubungan antara dua tugas, bila tugas pertama selesai maka pada saat itu tugas kedua dapat dimulai, seperti gambar 3.5



Gambar 3.5 Diagram *Star to Finish*

4. *Finish to Finish* (FF)

Merupakan hubungan antar tugas, kedua tugas tersebut selesai pada waktu yang bersamaan, seperti gambar 3.6



Gambar 3.6 Diagram *Finish to Finish*

3.4.3 *Network Diagram*

Setelah semua jenis pekerjaan, durasi dan *predecessors* dimasukkan, langkah selanjutnya adalah melihat *network/kegiatan* kritis yang dihasilkan. *Network diagram* merupakan salah satu cara untuk menyusun perencanaan proyek dengan lebih leluasa. Dengan *Network diagram* dapat dilakukan analisis terhadap jadwal waktu penyelesaian proyek, masalah yang timbul jika terjadi keterlambatan, *probability* selesainya proyek, dan biaya yang diperlukan dalam rangka mempercepat penyelesaian proyek.

Pada prinsipnya, network diagram akan menunjukkan hubungan antara pekerjaan satu dengan yang lain dalam sebuah proyek, termasuk jalur kritisnya. Secara umum lintasan kritis dalam *Mirosoft Project* digambarkan dengan warna merah atau jika menginginkan warna lain bisa diganti. Tetapi untuk *Microsoft Project* warna asal untuk lintasan kritisnya adalah warna merah. Lintasan kritis dapat dilihat dari *network diagram* yang telah disediakan *Mirosoft Project*.

3.5 Produktivitas Tenaga Kerja

3.5.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Menurut Soeharto (1995), pada umumnya proyek pekerjaan konstruksi berlangsung dengan kondisi yang berbeda-beda. Dalam merencanakan tenaga kerja yang akan digunakan sebaiknya dilakukan analisis produktivitas dan indikasi variable atau faktor yang mempengaruhi proyek pekerjaan tersebut. Seperti faktor lokasi geografis, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun peraturan-peraturan yang berlaku. Oleh sebab itu variable yang diatas sulit untuk dinyatakan dalam nilai numerik, akan tetapi perlu adanya tolak ukur memperkirakan produktivitas tenaga

kerja bagi proyek yang hendak ditangani untuk mengukur efisiensi tenaga kerja. Produktivitas tenaga kerja akan berpengaruh besar terhadap total biaya proyek. Pada perhitungan indeks produktivitas kerja digunakan persamaan :

$$IP = hr / hs$$

dengan :

IP = Indeks produktivitas kerja,

hr =Jumlah jam orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu, dan

hs =Jumlah jam orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identic pada kondisi *standard*.

Namun bila implementasi fisik suatu proyek telah dimulai, maka angka produktivitas tenaga kerja sesungguhnya berdasarkan kenyataan yang dilapangan. Angka tersebut kemudian dipakai sebagai pegangan standar dasar untuk memantau produktivitas tenaga kerja dan pengeluaran biaya. Pendekatan ini sering dikenal dengan *Quantity Adjusting Budgeted*.

3.5.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi

Variable-variabel yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan dapat di kelompokkan menjadi :

1. kondisi fisik lapangan

Kondisi fisik geografis lokasi proyek berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja. Kondisi fisik ini berupa iklim, keadaan fisik lapangan dan sarana bantu.

a. Iklim Musim atau keadaan cuaca

Seperti adanya temperature udara panas, dingin, hujan salju. Didaerah tropis dengan kelembaban udara yang tinggi dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja. Sebaliknya didaerah dingin bila musim salju tiba produktivitas tenaga dilapangan akan menurun.

b. Keadaan fisik lapangan

Kondisi fisik lapangan kerja seperti rawa-rawa, padang pasir atau tanah berbatu keras berpengaruh besar terhadap produktivitas

c. Sarana bantu

Kurangnya kelengkapan sarana bantu seperti peralatan konstruksi (*construction equipment & tools*) akan menaikkan jam orang untuk menyelesaikan pekerjaan sebagai contoh truk, *grader*, *tower crane* dan lain-lain.

2. kepenyeliaan, perencanaan dan koordinasi

penyelia adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas pengelolaan para tenaga kerja, memimpin para pekerja dalam

pelaksanaan tugas termasuk menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah-langkah pelaksanaan jangka pendek serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyelia lainnya.

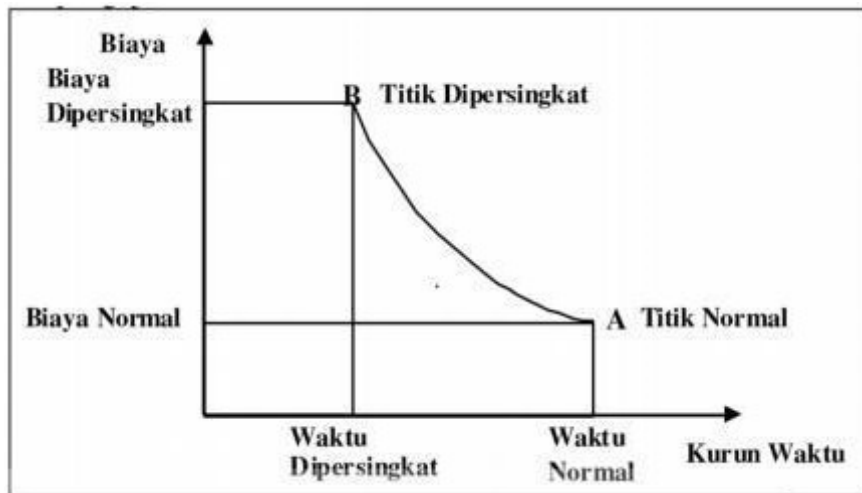
3. komposisi kelompok kerja

komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan. Yang dimaksud dengan komposisi kelompok kerja adalah

- a. perbandingan jam-orang penyelia dan pekerjaan yang dipimpinya
- b. perbandingan jam-orang untuk disiplin kerja dalam kelompok kerja
- c. perbandingan jam-orang penyelia terhadap total jam-orang kelompok kerja yang dipimpinya menunjukkan indikasi besarnya rentang kendali (*span of control*) yang dimiliki.

3.5.3 Proses Crashing

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu: kurun waktu normal / *Normal Duration* , kurun waktu yang di persingkat / *crash duration*, biaya normal / *Normal Cost* , dan Biaya untuk waktu dipersingkat / *crash cost*. Hubungan antara waktu-biaya normal dan dipersingkat dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.7 Hubungan antara waktu-biaya normal dan dipersingkat

(Sumber: Soeharto,1995)

Dari Grafik diatas dapat diuraikan persamaan

Produktifitas harian sesudah crash =

$(8 \text{ jam} \times \text{prod. tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. tiap jam})$

dengan :

a = Jumlah jam kerja lembur.

b = Koefisien penurunan produktifitas.

3.6 Alat Bantu Software (*Microsoft Project*)

Menurut Madcoms (2008) dalam Panggabean (2014), *Microsoft Project* adalah salah satu perangkat lunak yang disediakan dalam *Microsoft Office* yang merupakan *software* administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Menurut Trihendradi (2008) dalam Panggabean (2014), *Microsoft Project* menduduki peringkat pertama sebagai alat bantu pendukung manajemen proyek

karena mengimplikasikan keandalan *software* aplikasi tersebut. *Microsoft Project* merupakan alat pengelolaan proyek yang *powerfull*. Namun alat bantu ini tidak banyak berperan atau bahkan tidak berperan sama sekali pada beberapa fase proyek (fase perlingkupan, fase pengarahan dan fase penutupan) sehingga pemakaian *software* ini hanya sangat berguna dalam perencanaan.

Menurut Trihendradi (2003) dalam Panggabean (2014), dalam buku yang berjudul “*Microsoft Project 2003 Langkah Cerdas Merencanakan Menjadwalkan. dan Mengontrol Proyek*” berdasarkan survei dengan judul *Tools of the trade: A Survey of project Management* yang dipublikasikan *Project Management Journal* tahun 1998, terpilih 10 top alat bantu pendukung manajemen proyek. Sepuluh alat bantu tersebut adalah:

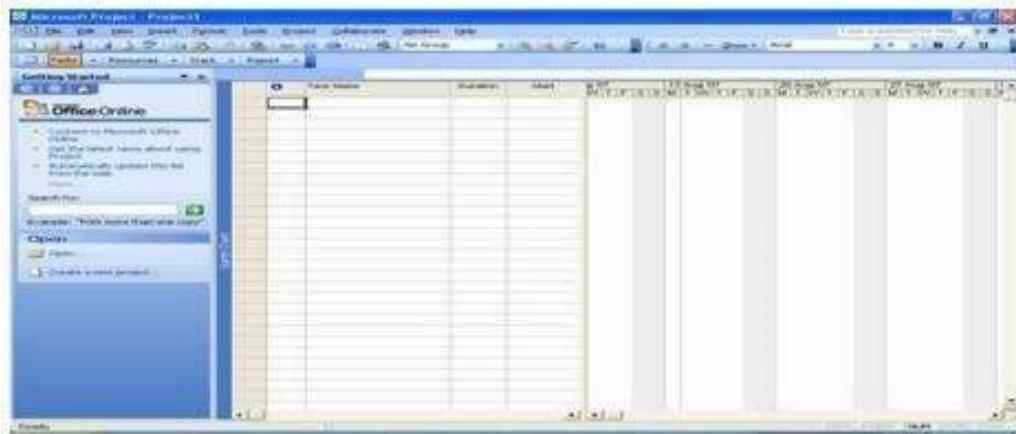
1. *Microsoft Project*,
2. *Primavera Project Planner*,
3. *Microsoft Excel*,
4. *Project Workbench*,
5. *Time Line*,
6. *Primavera Sure Trak*,
7. *CA Super Project*,
8. *Project Scheduler*,
9. *Artimes Prestige*, dan
10. *Fastract*.

Dari kesepuluh *software* pendukung tersebut, peneliti menggunakan *Microsoft Project* sebagai alat bantu untuk menentukan waktu penyelesaian proyek dan mencari lintasan kritis.

Panggabean (2014) menyatakan, *Microsoft Project* adalah program aplikasi komputer yang berguna untuk mengelola proyek konstruksi. Aplikasi *project* dalam bidang rancang bangun atau rekayasa konstruksi digunakan untuk mengelola rencana atau waktu pekerjaan, sehingga sebuah proyek yang sedang berjalan dapat dievaluasi sesuai dengan tahapan pekerjaan.

3.6.1 Lingkungan Kerja *Microsoft Project*

Menurut Panggabean (2014), *Microsoft Project* memiliki berbagai tampilan lembar kerja, dan dapat dilihat pada Gambar 3.9



Gambar 3.8 Lembar kerja *Microsoft Project*

1. Tabel Gantt

Menurut Panggabean (2104), H. L. Gantt menemukan diagram balok pada tahun 1917. Diagram balok/*table gantt* paling banyak digunakan pada *Task pane Gantt table Gantt Chart 40* penjadwalan konstruksi karena kemudahannya. Pedomannya adalah diagram balok disusun dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri atas saat dimulai sampai saat selesai. *Table gantt* terdiri atas sekumpulan garis yang menunjukkan awal pekerjaan yang direncanakan untuk item-item pekerjaan di dalam proyek. *Table gantt* memiliki beberapa kolom, terdiri dari:

- a. *Task name* yaitu tempat untuk menentukan jenis pekerjaan.
- b. *Duration* yaitu tempat untuk menuliskan durasi.
- c. *Predecessors* yaitu tempat menempatkan *predecessor* (suatu tugas

yang harus diakhiri sebelum tugas yang lain dimulai atau suatu tugas yang mendahului tugas lain).

2. *Gantt Chart*

Trihendradi (2003) dalam Panggabean (2014) menyatakan, *Gantt chart* adalah grafik batang horizontal yang menggambarkan rangkaian tugas suatu proyek. *Gantt chart* adalah sekumpulan diagram balok yang disusun dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam perencanaan suatu proyek.

3.7 Jumlah *Resources*

Menurut Utarahman dan Hineo (2013). Untuk menentukan jumlah tenaga kerja (*resources*) yang akan ditambahkan dibutuhkan nilai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan yang akan dilakukan percepatan (*crashing*). Sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai dari kapasitas kerja. Kapasitas kerja bisa dicari dengan menggunakan Persamaan 3.7

$$Q_t = 1 / \text{koef}$$

dengan :

$$Q_t = \text{kapasitas kerja}$$

$$\text{Koef} = \text{koefisien tenaga kerja}$$

Setelah mendapatkan nilai kapasitas kerja langkah selanjutnya adalah menentukan nilai produktivitas per pekerjaan. Untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja digunakan Persamaan 3.8

$$J_t = \frac{V}{Q_t \times T}$$

dengan :

$$J_t = \text{Jumlah tenaga kerja}$$

$$V = \text{Volume pekerjaan}$$

$$Q_t = \text{Kapasitas kerja}$$

$$T = \text{Durasi pekerjaan}$$

3.8 Percepatan Duras Dan Biaya Proyek

Setelah mendapatkan angka produktivitas maka selanjutnya proyek bisa dihitung percepatannya dengan metode penambahan tenaga kerja (*resource*) agar durasi (*time*) dapat dipersingkat. Berikut adalah cara mendapatkan hasil percepatan dari penambahan tenaga kerja (*resource*) hingga *cost* yang akan dikeluarkan jika dilakukan percepatan.

1. Menentukan jumlah *resource* yang akan ditambahkan.

Jumlah *resource* pada pekerjaan normal dapat dijadikan patokan dalam menentukan jumlah *resource* yang akan ditambahkan. Menurut Utiahman dan Hineo (2013) untuk menentukan jumlah *resource* yang akan ditambahkan berdasarkan jumlah *resource* pekerjaan yang dipercepat lebih besar daripada jumlah *resource* pekerjaan normal.

2. Menentukan produktivitas per hari setelah dilakukan penambahan tenaga kerja. Nilai produktivitas akan digunakan untuk menentukan durasi pekerjaan setelah dilakukan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja. Nilai produktivitas dapat dicari dengan cara jumlah penambahan tenaga kerja dikurangi dengan jumlah tenaga kerja normal.
3. Menentukan durasi setelah penambahan *resource*.

Durasi pekerjaan sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan. Menurut Utiahman dan Hineo (2013), durasi pekerjaan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 3.9

$$Jt = \frac{v}{Qt \times TX6}$$

dengan :

Jt = Jumlah tenaga kerja

V = Volume pekerjaan

QT = Kapasitas kerja

T = Durasi pekerjaan

4. Perhitungan upah setelah dilakukan penambahan tenaga kerja.

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang telah dilakukan *crashing*, langkah selanjutnya adalah mencari biaya yang akan dikeluarkan setelah dilakukan *crashing*. Untuk menentukan biaya upah harian digunakan Persamaan 3.10

$$U_h = T_t \times U_t$$

dengan :

U_h = Upah harian

T_t = Jumlah penambahan tenaga kerja

U_t = Biaya upah tenaga kerja

Setelah mendapatkan biaya upah harian langkah selanjutnya adalah mencari total upah pekerjaan, Untuk menentukan biaya total upah pekerjaan digunakan Persamaan 3.11.

$$T_u = U_h \times D \times 6$$

dengan :

T_u = Total upah pekerjaan

U_h = Total upah harian tenaga kerja

D = Durasi