

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Perencanaan

Perencanaan adalah sebuah proses, yang mencoba meletakkan dasar sebuah tujuan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya (Iman Soeharto, 1995: 107). Perencanaan menurut (Wulfram. I Ervianto, 2002: 5) adalah peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan – kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut.

Perencanaan adalah penentuan langkah – langkah “apa” yang akan dilakukan, “bagaimana” melakukannya, “bilamana” dan “siapa” yang melakukannya agar tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dapat tercapai secara efektif, (A.W. Widjaya, 1987:XIV).

Perencanaan sendiri dibagi menjadi dua, pertama perencanaan strategis yang meliputi pengambilan keputusan tentang kebijakan (*policy*) untuk mencapai sasaran dalam usaha memenuhi tujuan perusahaan. Kedua perencanaan operasional yang dimaksudkan untuk menjabarkan segala sesuatu yang telah digariskan dalam perencanaan strategis. Jadi perencanaan operasional merupakan program pelaksanaan (*action plan*) untuk mencapai sasaran.



2.2. Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang terbatas. Sehingga pada konteks bangunan konstruksi, pengertian proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan/infrastruktur. Bangunan ini pada umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk didalamnya bidang sipil dan arsitektur, juga tidak jarang melibatkan disiplin ilmu lain seperti teknik industri, teknik mesin, teknik elektro dan sebagainya (*Ilmu Manajemen Konstruksi, 1998:11*).

2.2.1. Karakteristik Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi mempunyai 3 (tiga) karakteristik yang dapat dipandang secara tiga dimensi (*Wulfram I. Ervianto:2002:10*) yaitu:

1. Bersifat unik

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

2. Dibutuhkan sumber daya (*resources*)

Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya seperti manusia (*man*), bahan (*material*), alat kerja (*machine*), uang (*money*) dan metode kerja (*method*).

3. Organisasi



Setiap organisasi proyek mempunyai keragaman tujuan dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan keahlian bervariasi dan ketidakpastian.

2.2.2. Jenis – Jenis Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua kelompok jenis bangunan, (Wulfram I. Ervianto: 2002: 9 – 13)

1. Bangunan gedung, meliputi: rumah, kantor, pabrik dan lain – lain .
Ciri – ciri kelompok bangunan gedung adalah:
 - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah diketahui.
 - c. Dibutuhkan sebuah manajemen terutama *progressing* pekerjaan
2. Bangunan sipil, meliputi: jalan, jembatan, bendungan dan infrastruktur lainnya:
Ciri – ciri kelompok bangunan sipil adalah:
 - a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lainnya dalam proyek.
 - c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

2.2.3. Tolak Ukur Sukses Pengelolaan Proyek Konstruksi

Sebenarnya, semua usaha yang dilakukan dalam pengelolaan proyek yang sukses merupakan alternatif dari tindakan antisipasi atas pemahaman,



“Karakteristik Proyek” dan “Jenis – Jenis Proyek”. Dengan demikian tujuan proyek dapat tercapai sesuai dengan rencana yang telah disepakati bersama yang tercantum dalam dokumen kontrak.

Dengan perkembangan standar – standar kehidupan sosial – ekonomi masyarakat atau negara, maka tuntunan atas nilai keberhasilan suatu pekerjaan tau proyek juga meningkat. Untuk itu “tolak ukur sukses pengelolaan proyek” seperti diatas juga ditingkatkan, menjadi 5 (lima) poin, yaitu:

1. Tepat Biaya

Biaya proyek tidak melebihi batas yang telah direncanakan atau yang telah disepakati sebelumnya atau sesuai dengan kontrak pelaksanaan suatu pekerjaan.

2. Tepat Mutu

Mutu pekerjaan atau mutu hasil akhir pekerjaan dan proses/cara pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi standar tertentu sesuai dengan kesepakatan, perencanaan, ataupun dokumen kontrak.

3. Tepat Waktu

Waktu penyelesaian pekerjaan harus memenuhi batas waktu yang telah disepakati dalam dokumen perencanaan, ataupun dokumen kontrak pekerjaan yang bersangkutan.

4. Penerapan K – 3

Lingkungan kerja yang sehat dan aman dengan penerapan K – 3 (Keselamatan Kesehatan Kerja) yang konsisten.



5. Citra

Semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan pekerjaan proyek merasa puas.

2.2.4. Tahap Kegiatan dalam Proyek Konstruksi

Kegiatan konstruksi adalah kegiatan yang harus melalui suatu proses yang panjang dan didalamnya dijumpai banyak masalah yang harus diselesaikan. Disamping itu, dalam kegiatan konstruksi terdapat suatu rangkaian yang berurutan dan berkaitan. Kegiatan membangun berakhir pada dimulainya penggunaan bangunan tersebut, sehingga tahapan dari kegiatan dalam proyek konstruksi (Wulfram I. Ervianto, 2002: 13) adalah sebagai berikut:

1. Tahap Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Tujuan dari tahap studi kelayakan adalah meyakinkan pemilik proyek bahwa proyek konstruksi yang diusulkannya layak untuk dilaksanakan, baik dari aspek perencanaan dan perancangan, aspek ekonomi (biaya dan sumber pendanaan), maupun aspek lingkungan.

2. Tahap Penjelasan (*Briefing*)

Tujuan tahap penjelasan adalah memungkinkan pemilik proyek untuk menjelaskan fungsi proyek dan biaya yang diizinkan, sehingga konsultan perencana dapat secara tepat menafsirkan keinginan pemilik proyek dan membuat taksiran biaya yang diperlukan.

3. Tahap Perancangan (*Design*)

Tujuan tahap perancangan untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi, dan taksiran biaya agar



mendapatkan persetujuan dari pemilik proyek dan pihak berwenang yang terlibat, untuk mempersiapkan informasi pelaksanaan yang diperlukan, termasuk gambar rencana dan spesifikasi serta melengkapi semua dokumen tender.

4. Tahap Pengadaan/Pelelangan (*Procurement/Tender*)

Tujuan dari tahap pengadaan/pelelangan adalah menunjuk kontraktor sebagai pelaksana atau sejumlah kontraktor sebagai sub – kontraktor yang akan melaksanakan konstruksi dilapangan.

5. Tahap pelaksanaan (*Construction*)

Tujuan dari tahap pelaksanaan adalah mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana dalam batasan waktu yang telah disepakati, serta dengan mutu yang telah disyaratkan.

6. Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan (*Maintenance and Start Up*)

Tahapan pemeliharaan bertujuan untuk menjamin agar bangunan yang telah selesai sesuai dengan dokumen kontrak dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya. Pada tahap ini juga dibuat suatu catatan mengenai konstruksi berikut petunjuk operasinya dan melatih staf dalam menggunakan fasilitas yang tersedia.

2.2.5. Tahap Pelaksanaan (Construction)

Pada waktu proyek memasuki tahap pelaksanaan (*construction*), maka pekerjaan pada tahap ini adalah mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh



pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana sehingga memenuhi variabel biaya, mutu, waktu, K – 3, citra/kepuasan, yang telah disyaratkan. Sebagaimana diketahui secara tradisional bahwa ke lima variabel tersebut saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini, (*Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 48*).

1. Perencanaan penyusunan Jabaran Kegiatan/*Work Breakdown Structure (WBS)*, yang termasuk dalam menentukan metode konstruksinya.
2. Perencanaan penyusunan Tabel Analisa Organisasi Proyek/*Organization Analisis Table (OAT)*.
3. Perencanaan dan pengendalian jadwal waktu pelaksanaan.
4. Perencanaan dan pengendalian tenaga kerja.
5. Perencanaan dan pengendalian material.
6. Perencanaan dan pengendalian alat.
7. Perencanaan dan pengendalian biaya.

2.3. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan konstruksi pada hakekatnya adalah penjabaran tata cara dan teknik – teknik pelaksanaan pekerjaan, merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi.

Metode pelaksanaan konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan (dokumen pengadaan),



keadaan teknis dan ekonomis yang ada dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor.

Kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi. Konsep metode pelaksanaan mencakup pemeliharaan dan penetapan yang berkaitan dengan keseluruhan segi pekerjaan termasuk kebutuhan sarana dan prasarana yang bersifat sementara sekalipun (Istimawan Dipohusodo: 1996: 363).

Dalam bentuk bagan dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1. Bagan hubungan antara dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis serta sumber daya kontraktor.



Teknologi konstruksi (*constuction technology*) mempelajari metode atau teknik yang digunakan untuk mewujudkan bangunan fisik dalam lokasi proyek. *Technology* berasal dari kata *techno* dan *logic*. *Logic* dapat diartikan sebagai urutan dari setiap langkah kegiatan (prosedur), sedangkan *techno* adalah cara yang harus digunakan secara *logic*, (*Wulfram I. Ervianto: 2002: 1*).

Metode pelaksanaan pekerjaan atau biasa disingkat “CM” (*Construction Method*), merupakan urutan pelaksanaan pekerjaan yang logis dan teknik sehubungan dengan tersedianya sumber daya yang dibutuhkan dan kondisi medan kerja, guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien.

Metode pelaksanaan pekerjaan tersebut, sebenarnya telah dibuat oleh kontraktor yang bersangkutan pada waktu membuat ataupun mengajukan penawaran pekerjaan. Dengan demikian “CM” (*Construction Method*) tersebut minimal telah teruji pada saat dilakukan klarifikasi atas dokumen tendernya. Namun tidak tertutup kemungkinan, bahwa sebelum pelaksanaan atau selama pelaksanaan pekerjaan *Construction Method* (CM), tersebut perlu atau harus diubah.

2.3.1. Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi (*Mahendra Sultan Syah: 2004: 113*), pada umumnya terdiri dari:

1. Project plant, dimana dokumen ini memuat antara lain:
 - a. Denah fasilitas proyek (jalan kerja, bangunan fasilitas, dan lain – lain).
 - b. Lokasi pekerjaan.



- c. Jarak angkut.
 - d. Komposisi alat.
 - e. Kata – kata singkat (bukan kalimat panjang), dan jelas mengenai urutan pekerjaan.
2. Sket atau gambar bantu, merupakan penjelasan pelaksanaan pekerjaan.
 3. Uraian pelaksanaan pekerjaan, yang meliputi:
 - a. Urutan pelaksanaan seluruh pekerjaan dalam rangka penyelesaian proyek (urutan secara global).
 - b. Urutan pelaksanaan per pekerjaan atau per kelompok pekerjaan, yang perlu penjelasan lebih detail.
 4. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kebutuhan tenaga kerja.
 5. Perhitungan kebutuhan material/bahan dan jadwal kebutuhan material/bahan.
 6. Perhitungan kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan.
 7. Dokumen lainya sebagai penjelasan dan pendukung perhitungan dan kelengkapan yang lainya.

2.3.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan yang Baik

Metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi yang baik apabila memenuhi persyaratan (*Mahendra Sultan Syah: 2004: 114*), yaitu:

1. Memenuhi persyaratan teknis, yang memuat antara lain:
 - a. Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi lengkap dan jelas memenuhi informasi yang dibutuhkan.
 - b. Bisa dilaksanakan dan efektif.



- c. Aman untuk dilaksanakan, terhadap bangunan yang dibangun, para tenaga kerja, bangunan lainya, dan lingkungan.
2. Memenuhi persyaratan ekonomis, yaitu biaya murah, wajar dan efisien.
3. Memenuhi pertimbangan nonteknis lainya, yang mememuat antara lain:
 - a. Dimungkinkan untuk diterapkan dilokasi proyek dan disetujui atau tidak ditentang oleh lingkungan setempat.
 - b. Rekomendasi dan *policy* dari pemilik proyek.
 - c. Disetujui oleh sponsor proyek atau direksi perusahaan, apabila hal itu merupakan alternatif pelaksanaan yang istimewa dan riskan.
4. Merupakan alternatif/pilihan yang terbaik dari beberapa alternatif yang telah diperhitungkan dan dipertimbangkan.
5. Manfaat positif *construction method*.
 - a. Memberikan arahan dan pedoman yang jelas atas urutan dan fasilitas penyelesaian.
 - b. Merupakan acuan/dasar pola pelaksanaan pekerjaan dan menjadi satu kesatuan dokumen prosedur pelaksanaan pekerjaan di proyek.

2.3.3. Faktor Yang Mempengaruhi Metode Pelaksanaan Pekerjaan.

Pelaksanaan pekerjaan, biasanya dimungkinkan dengan berbagai metode.

Beberapa alternatif metode pelaksanaan yang ada, tentunya akan menghasilkan beberapa alternatif biaya juga. Dalam hal ini, alternatif metode pelaksanaan yang harus dipilih tentunya yang menghasilkan biaya yang paling rendah. Pemilihan ini dilakukan oleh pihak *owner* selaku pengguna jasa maupun pihak kontraktor selaku



penyedia jasa, dengan maksud yang sama yaitu menurunkan biaya, hanya tujuan saja yang berbeda. Bagi *owner* selaku pengguna jasa tujuannya agar nilai kontrak yang merupakan investasi menjadi rendah, sedangkan bagi pihak kontraktor selaku penyedia jasa, bukan untuk menurunkan nilai kontrak tetapi untuk menurunkan biaya pelaksanaan.

Metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi, dalam pengembangan alternatifnya, dipengaruhi oleh hal – hal sebagai berikut:

1. Design bangunan.
2. Medan/lokasi pekerjaan.
3. Ketersediaan dari tenaga kerja, bahan, dan peralatan.

Karena faktor – faktor yang mempengaruhi tersebut diatas, maka kadang – kadang metode pelaksanaan hanya memiliki alternatif yang terbatas.

2.3.4. Peranan Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Peranan metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi adalah menyusun cara – cara kerja dalam melaksanakan suatu pekerjaan dan suatu cara untuk memenuhi, menentukan sarana – sarana pekerjaan yang mendukung terlaksananya suatu pekerjaan misalnya: menetapkan, memilih peralatan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang efektif dan efisien dalam biaya operasi. Cara kerja juga dapat membantu dalam menentukan urutan pekerjaan, menyusun jadwalnya sehingga dapat menentukan penyelesaian suatu pekerjaan.



Peranan metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi akan mempengaruhi perencanaan konstruksi (Nono Tisnowardono: 2002: 11) antara lain:

1. Jadwal pelaksanaan.
2. Kebutuhan dan jadwal tenaga kerja.
3. Kebutuhan dan jadwal material.
4. Kebutuhan dan jadwal alat.
5. Jadwal prestasi dengan metode kurva – S (*S – Curve*).
6. Cara – cara pelaksanaan pekerjaan.

Proses penyusunan metode pelaksanaan merupakan hasil pembahasan, diskusi, referensi dari berbagai sumber, dan dituangkan dalam bentuk gambar kerja serta urutan – urutan pelaksanaan pekerjaan (*procedure, work instruction*) yang menjadi acuan dalam pelaksanaan setiap pekerjaan.

2.3.5. Penentuan Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Tahap pertama sebelum memulai suatu pelaksanaan proyek konstruksi, harus ditentukan terlebih dahulu suatu metode untuk melaksanakannya. Dalam skala organisasi suatu proses perencanaan pelaksanaan proyek konstruksi, sangat penting untuk menentukan metode konstruksi terlebih dahulu, karena setiap jenis metode konstruksi akan memberikan karakteristik pekerjaan berbeda. Penentuan jenis metode konstruksi yang dipilih akan sangat membantu menentukan jadwal proyek. (*Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 49*).



Metode konstruksi yang berbeda akan memberikan ruang lingkup pekerjaan yang berbeda pula, yang mempunyai pertimbangan finansial dalam bentuk biaya. Ada faktor – faktor yang mempengaruhi jenis ruang lingkup pekerjaan yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan, yaitu:

1. Sumber daya manusia dengan skill yang cukup untuk melaksanakan suatu metode pelaksanaan konstruksi.
2. Tersedianya peralatan penunjang pelaksanaan metode konstruksi yang dipilih.
3. Material cukup tersedia.
4. Waktu pelaksanaan yang maksimum dibanding pilihan metode konstruksi lainnya.
5. Biaya yang bersaing

2.3.6. Pekerjaan Persiapan

Apapun metode yang akan dipilih, diperlukan persiapan sebelum pekerjaan dimulai. Hal ini penting sekali untuk menghindari terhentinya pekerjaan di tengah – tengah kegiatan yang sedang berlangsung yang dapat menimbulkan resiko tinggi.

Adapun persiapan yang diperlukan mengenai hal – hal (Asiyanto: 2005: 25 – 26) sebagai berikut:

1. Dijaminnya kekuatan perancah, baik perancah langsung maupun perancang gantung, termasuk ketepatan waktu pengadaan/mobilisasi.
2. Pemasangan perancah yang benar, terutama pada titik sambungan dan *bracing* yang diperlukan.



3. Kesiapan dalam pengadaan beton sesuai mutu yang ditetapkan, termasuk kontinuitas atau kesiapan pengadaan beton *precast*.
4. Dalam hal pengadaan beton *precast* harus selalu dicek mutunya, dimensi sebelum dikirim ke lokasi proyek, begitu juga pengendalian bentang harus ketat.
5. Pekerjaan penyangkut yang diperlukan pada dua sisi abutment, sebaiknya diselesaikan terlebih dahulu, terutama untuk metode launching.
6. Kesiapan peralatan dan tenaga kerja yang diperlukan sesuai dengan metode yang dipilih.

2.3.7. Proses Pengecoran

Proses pengecoran untuk pekerjaan dari bahan beton berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi, untuk mempercepat pelaksanaan serta mengurangi limbah, metode pelaksanaan berkembang menuju sistem *precast*. Hal ini merupakan tantangan tersendiri untuk alat angkatnya. Adapun proses pengecoran dibagi menjadi:

1. Cast Place

Struktur beton dicor ditempat pekerjaan konstruksi dengan bantuan perancah, baik yang terletak di atas tanah maupun yang terletak pada suatu struktur atas.

2. Precast

Struktur beton dicetak di pabrik pencetakan beton kemudian dibawa kelokasi pekerjaan kostruksi untuk dipasang sesuai pada posisi gambar rencana.

3. Campuran



Sebagian bangunan dicor dengan sistem *precast* dan sebagian dicor ditempat (*cast place*), sehingga beton tersebut menjadi satu kesatuan struktur. Biasanya beton *precast* mendominasi, sedangkan bagian yang dicor ditempat (*cast place*) bersifat minor.

Keunggulan dari sistem *precast* dibanding dengan cor ditempat (*cast place*) adalah sebagai berikut:

1. Waktu pelaksanaan dapat lebih cepat.
2. Mutu lebih terjamin.
3. Tidak menimbulkan limbah.
4. Lebih memacu perkembangan teknologi alat konstruksi

Sedangkan kelemahan dari sistem *precast* dibanding cor ditempat (*cast place*) adalah sebagai berikut:

1. Memerlukan alat angkat yang relatif besar.
2. Memerlukan ketelitian dimensi yang tinggi.

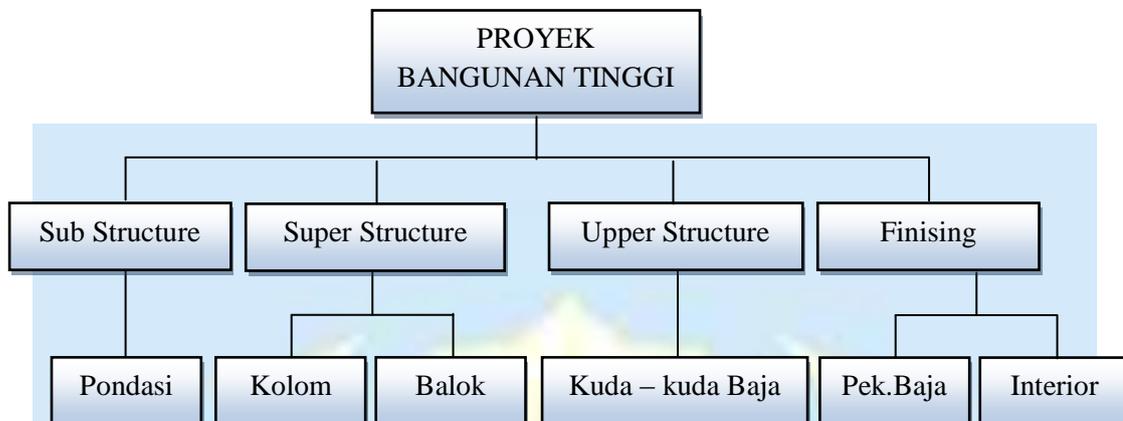
2.4. Jabaran Kerja atau WBS (Work Breakdown Structure)

Setelah proyek konstruksi diidentifikasi, kemudian dilanjutkan dengan penentuan metode konstruksi yang dipilih, maka tahap berikutnya adalah merencanakan jabaran pekerjaan yang umum disebut WBS (*Work Breakdown Structure*).

Salah satu fungsi WBS adalah dilihat dari segi penanganan resiko. Dengan membagi lingkup proyek menjadi sejumlah paket kerja, berarti memungkinkan dapat mengisolasi suatu resiko hanya pada satu item WBS yang bersangkutan.



Untuk contoh model susunan jabaran kerja WBS pada proyek bangunan tinggi pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2. Model Work Breakdown Structure (WBS)

2.5. Organisasi

Pengertian bentuk organisasi yang paling sederhana adalah bersatunya kegiatan – kegiatan dari dua individu atau lebih di bawah satu koordinasi, dan berfungsi mempertemukan menjadi satu tujuan. Fungsi organisasi yang kompleks adalah mengubah sesuatu melalui tatanan terkoordinasi yang mampu memberikan nilai tambah, sehingga memungkinkan organisasi mencapai tujuannya dengan baik, (Wulfran I. Ervianto, 2002: 21).

2.5.1. Organization Breakdown Structure (OBS)

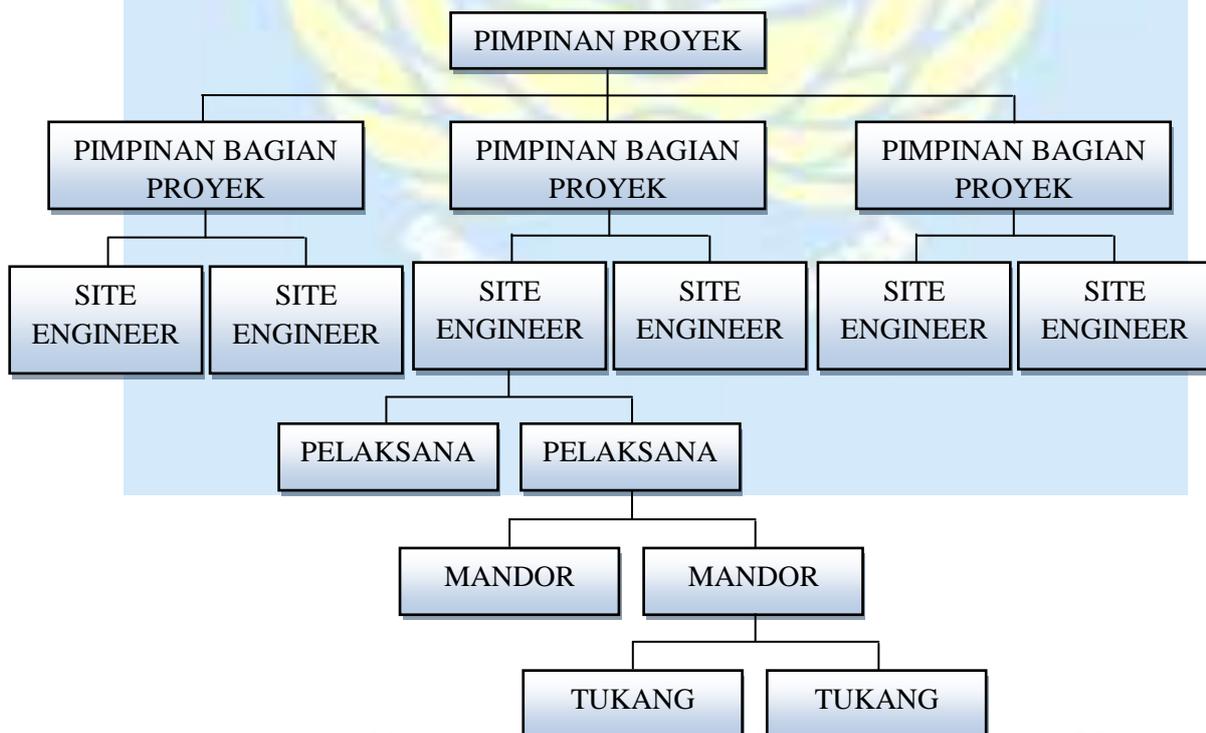
Tahap selanjutnya, setelah menentukan metode konstruksi yang lengkap dengan spesifikasi dan syarat – syarat teknis untuk kepentingan kontrol, dilanjutkan dengan penyusunan WBS (*Work Breakdown Structure*), maka diperlukan peran pelaku untuk melaksanakan paket – paket pekerjaan tersebut



dengan menyusun OBS (*Organization Breakdwon Structure*). Perlu diingat bahwa salah satu tujuan utama perencanaan manajemen konstruksi adalah mengembangkan suatu instrumen yang dapat dipakai untuk mengendalikan perencanaan dan kinerja suatu pekerjaan. Agar tujuan dapat tercapai kriteria berikut perlu dipenuhi, antara lain:

1. Mempersiapkan semua elemen – elemen dan tahapan – tahapan proyek melalui WBS.
2. Mempersiapkan semua pihak yang terkait dan ikut berpartisipasi dalam proyek.

Untuk contoh model susunan *Organization Breakdwon Structure* (OBS), pada proyek pembuatan Jaringan Air Bersih, (*Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 51*), adalah seperti pada gambar 2.3 berikut:



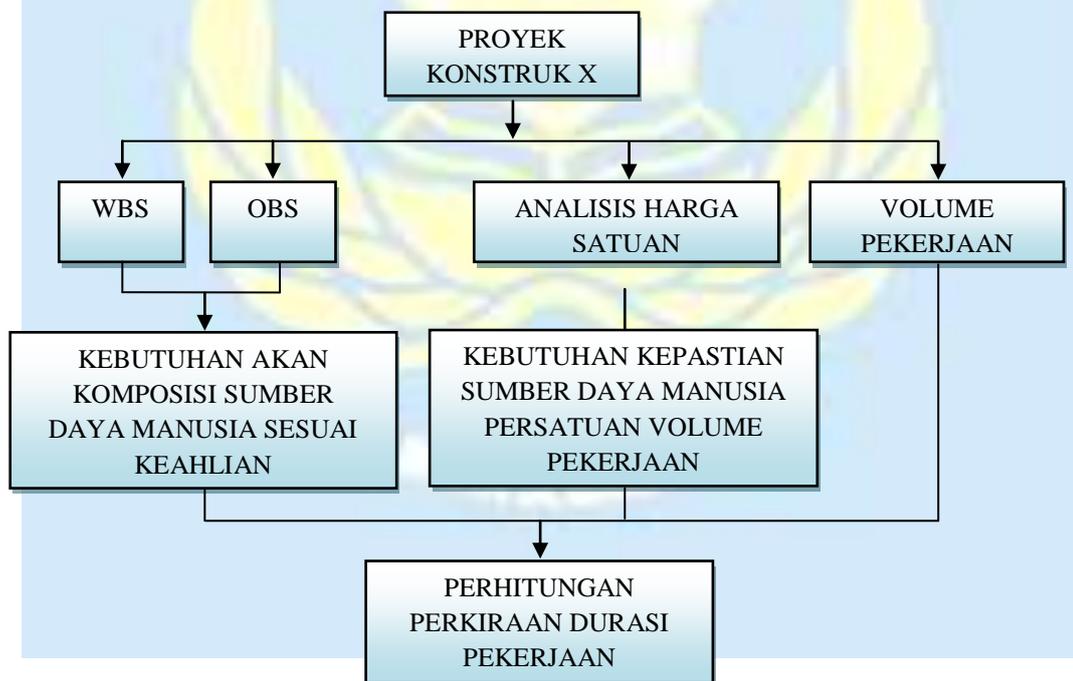
Gambar 2.3. Model Susunan *Organization Breakdwon Structure* (OBS)



2.5.2. Hubungan WBS, OBS dan Durasi Kegiatan

Yang penting diingat dalam menyusun WBS dan OBS adalah keduanya harus sepadan (*matching*). Langkah selanjutnya dalam perencanaan jaringan kerja adalah alokasi sumber daya yang meliputi: pekerja, peralatan dan material. Dari metode konstruksi dan sumber daya yang telah ditetapkan dapat dihitung durasi kegiatan dan harga satuan.

Untuk contoh model susunan hubungan WBS (*Work Breakdown Structure*), OBS (*Organization Breakdown Structure*) dan durasi kegiatan, (*Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 53*), seperti pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Model Susunan Hubungan WBS, OBS Dan Durasi



2.6. Perhitungan Volume

Volume tidak lain adalah panjang x lebar x tinggi, namun volume yang dihitung untuk menyusun anggaran biaya, tidak selalu panjang x lebar x tinggi, yaitu volume yang dihitung menurut satuan analisa yang akan dipakai. Hal ini dilakukan agar tidak kesulitan dalam menghitung harga satuan pekerjaan. Kalau daftar analisisnya m^2 maka volume pekerjaan tersebut dihitung dalam m^2 . Dengan demikian akan terjadi kesamaan dimensi dalam mengalikan volume dengan harga satuan pekerjaan.

Satuan analisa salah satunya dapat diambil dari analisis daftar analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*), yaitu suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 nomor 5372 A pada jaman pemerintahan Belanda (*H. Bachtiar Ibrahim: 1993: 133*). Sebagai contoh daftar analisa untuk pekerjaan galian tanah, pasangan batu kali yaitu:

1. 1 m^3 Galian tanah
0,750 pekerja
0,025 mandor
2. 1 m^3 Urugan pasir
0,250 pekerja
0,010 mandor
3. 1 m^3 Pasangan batu kosong
1,250 pekerja
0,080 mandor
4. 1 m^3 Pasangan pondasi batu kali



1,200 tukang batu

0,120 kepala tukang batu

3,600 pekerja

0,180 mandor

2.7. Perencanaan Keperluan Sumber Daya

Dalam melaksanakan suatu proyek, perencanaan sumber daya adalah salah satu syarat mutlak yang harus dilaksanakan. Dengan perencanaan yang matang dan teliti akan dapat dihindari berbagai hambatan dan kesulitan selama proses pelaksanaan, sehingga apa yang diharapkan dari pekerjaan tersebut akan memberikan hasil yang optimal dan mendekati kenyataan yang diinginkan.

2.7.1. Pengertian Sumber Daya

Sumber daya adalah sebuah komponen atau alat yang dibutuhkan sebagai sarana untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan, atau sumber daya adalah unsur berupa sarana yang tersedia dalam organisasi (*tool of management atau tool of administration*) yaitu manusia (*man*), bahan (*material*), mesin (*machine*), uang (*money*), metode kerja (*method*) dan pasar sebagai hasil produksi (*market*), (A. W. Widjaya: 1987: 40).

2.7.2. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Dalam penyelenggaraan proyek, sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja. Jenis dan kegiatan proyek berubah cepat



sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan tenaga kerja, keterampilan, dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung. Maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci meliputi jenis dan kapan keperluan tenaga kerja. (Iman Soeharto: 1995: 161 – 162).

Untuk menyusun perencanaan jumlah tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan hendaknya diperhatikan faktor – faktor sebagai berikut:

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

2.7.2.1. Produktivitas Sumber Daya Manusia

Produktivitas suatu kegiatan, juga sangat berkaitan dengan biaya kegiatan tersebut. Karena produktivitas menunjukkan berapa *output*/hasil pekerjaan persatuan waktu, untuk setiap sumber daya yang digunakan, bila produktivitas tinggi maka akan menjamin turunya biaya per satuan *output* yang dihasilkan. Penetapan tingkat produktivitas pada perhitungan *unit price*, sangat penting perannya. Tingkat keakuratan suatu perhitungan biaya konstruksi, sangat dipengaruhi oleh keakuratan dalam menetapkan tingkat



produktivitas yang dapat dicapai oleh sumber daya yang digunakan (Asiyanto: 2002: 78).

Dalam menentukan nilai produktivitas, salah satunya dapat diambil dari analisis daftar analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*), yaitu suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 nomor 5372 A pada jaman pemerintahan Belanda (*H. Bachtiar Ibrahim: 1993: 133*). Sebagai contoh daftar analisa untuk pekerjaan tanah, urugan pasir, dan pasangan batu kali, yaitu:

1. 1 m³ Galian tanah
0,750 pekerja
0,025 mandor
2. 1 m³ Urugan pasir
0,250 pekerja
0,010 mandor
3. 1 m³ Pasangan batu kosong
1,250 pekerja
0,080 mandor
4. 1 m³ Pasangan pondasi batu kali
1,200 tukang batu
0,120 kepala tukang batu
3,600 pekerja
0,180 mandor



Untuk menentukan besarnya produktivitas (P) berdasarkan durasi (d) yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan volume pekerjaan, maka produktivitas (P) untuk masing – masing jenis pekerjaan dapat digunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{V}{d} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.6}$$

Selanjutnya dapat dihitung kebutuhan komposisi sumber daya (K3) untuk masing – masing jenis pekerjaan dapat digunakan persamaan berikut:

$$K3 = K \times P \dots\dots\dots \text{persamaan 2.7}$$

Dimana:

V = Volume

d = Durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan volume pekerjaan

P = Produktivitas berdasarkan durasi (d) volume keseluruhan

K3 = Kebutuhan komposisi sumber daya manusia keseluruhan

2.7.3. Perencanaan Sumber Daya Bahan/Material

Rencana kebutuhan bahan umumnya meliputi jenis dari bahan – bahan yang diperlukan dan volume dari setiap jenis bahan dan perencanaan pengadaan kelokasi proyek. Yang dimaksud dengan bahan atau material adalah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian dari pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan. Kebutuhan jumlah bahan material per satuan volume untuk pekerjaan pasir dan pasangan batu kosong, berdasarkan daftar analisa BOW



(*Burgerlijke Openbare Werken*), yaitu suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 nomor 5372 A pada jaman pemerintahan Belanda (*H. Bachtiar Ibrahim: 1993: 133*) sebagai berikut:

1. 1 m³ Urugan pasir

0,250 hr pekerja

0,010 hr mandor

1,200 m³ pasir urug

2. 1m³ Pasangan batu kosong

1,250 hr pekerja

0,080 mandor

1,200 m³ batu kali

Kebutuhan komposisi sumber daya bahan untuk menyelesaikan seluruh volume (K₃), dapat dihitung dengan persamaan:

$$K_3 = K \times P_1 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.8}$$

Dimana:

K₃ = Kebutuhan komposisi sumber daya bahan keseluruhan

P₁ = Produktivitas

K = Kebutuhan komposisi sumber daya per satuan volume

2.7.4. Perencanaan Sumber Daya Alat (Machine)

Rencana pemakaian peralatan didasarkan atas pekerjaan yang pelaksanaannya ditunjang oleh peralatan. Adapun hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pemakaian peralatan adalah:

1. Jenis peralatan, dipilih berdasarkan jenis pekerjaan.

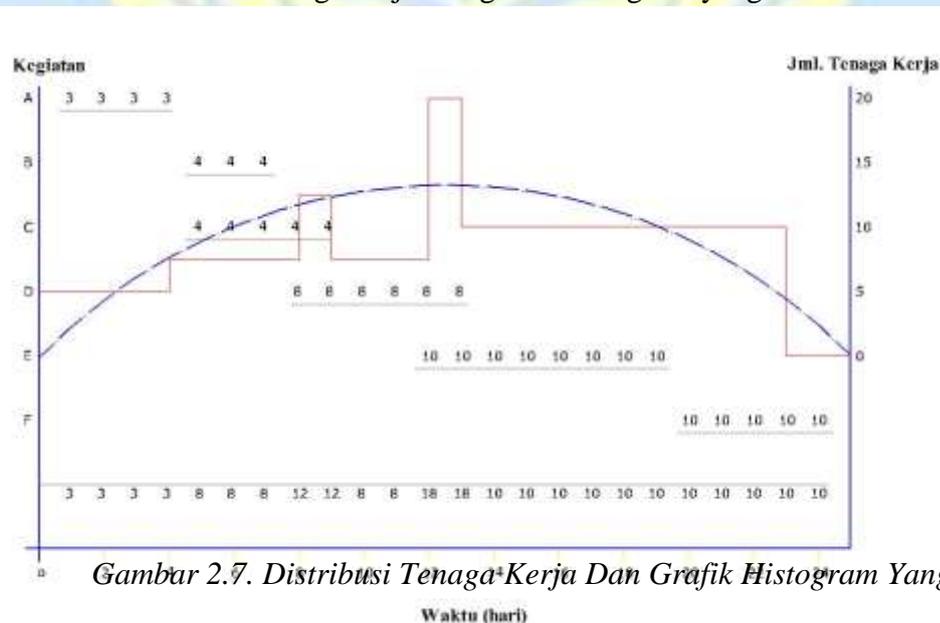


2. Spesifikasi alat yang berkaitan dengan konstruksi dan keadaan lokasi.
3. Cara pengoprasian alat yang dipilih harus sesuai dengan volume pekerjaan, begitu juga dengan jumlah alat harus sesuai dengan pekerjaan.

2.7.5. Perataan Sumber Daya (Resource Leveling)

Perataan sumber daya mempunyai arti mengusahakan penggunaan sumber daya dari hari ke hari sebisa mungkin hanya terjadi perubahan atau fluktuasi jumlah yang tidak banyak untuk menghindari terjadinya konflik sumber daya pada saat pelaksanaan.

Keperluan sumber daya biasanya meningkat dari awal proyek atau rata ataupun banyak pada awal proyek sedikit demi sedikit menurun atau rendah pada akhir kegiatan, tertinggi di pertengahan kegiatan dan menurun di akhir kegiatan ini disebut *resource* yang ideal. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.7 distribusi tenaga kerja dan grafik histogram yang dinormalisir



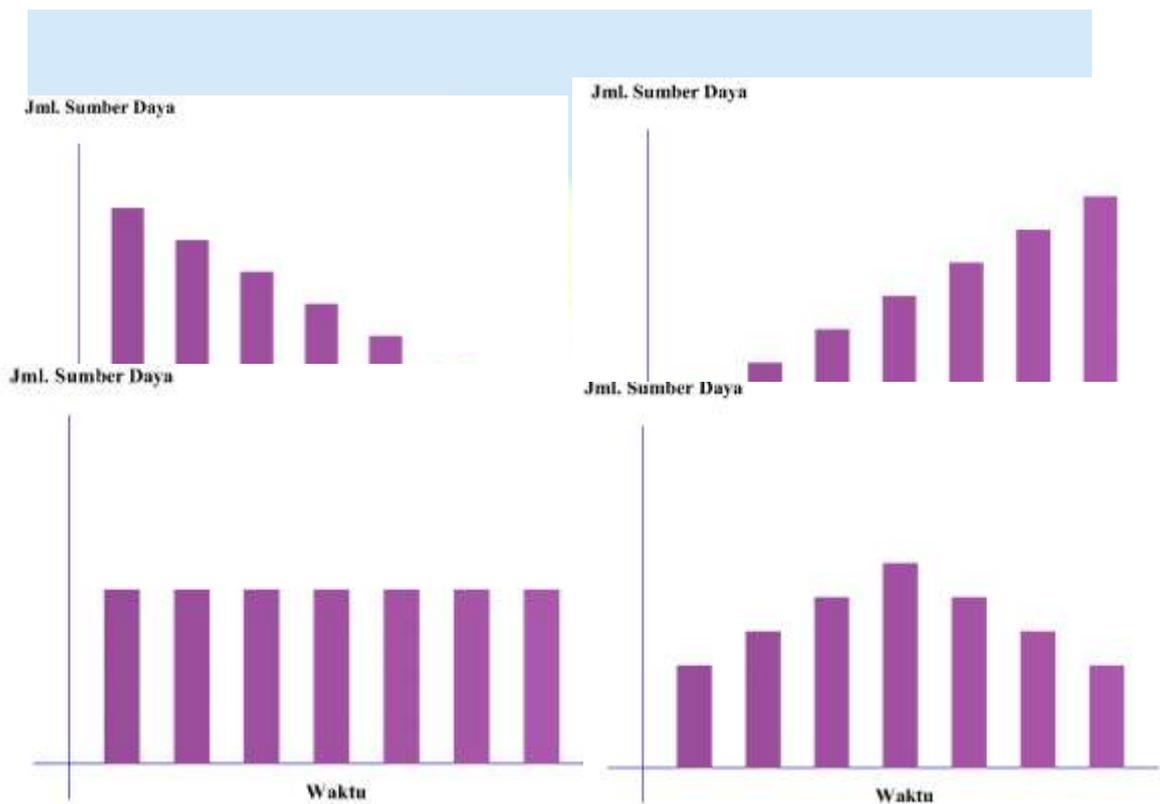
Gambar 2.7. Distribusi Tenaga Kerja Dan Grafik Histogram Yang Dinormalisir



Keterangan:

———— = Menurut Network

----- = Pemerataan Ideal



Gambar 2.8. Grafik Sumber Daya Yang Ideal

2.8. Perhitungan Durasi

Model susunan hubungan WBS (*Work Breakdown Structure*), AOT (*Organization Analysis Table*) dan durasi kegiatan, (*Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 53*) yang telah dijelaskan sebelumnya. Maka untuk menghitung durasi harus diketahui kebutuhan akan komposisi sumber daya manusia sesuai keahlian,



kebutuhan kepastian sumber daya manusia dan volume untuk masing – masing jenis pekerjaan, dengan memperhatikan ketersediaan sumber daya dan metode kerja serta daftar analisa.

Dalam menentukan nilai durasi (d), salah satunya dapat diambil dari analisis daftar analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*), yaitu suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 nomor 5372 A pada jaman pemerintahan Belanda (*H. Bachtiar Ibrahim: 1993: 133*). Sebagai contoh daftar analisa untuk pekerjaan tanah, urugan pasir, dan pasangan batu kali, yaitu:

1. 1 m³ Galian tanah
0,750 pekerja
0,025 mandor
2. 1 m³ Urugan pasir
0,250 pekerja
0,010 mandor
3. 1 m³ Pasangan batu kosong
1,250 pekerja
0,080 mandor
4. 1 m³ Pasangan pondasi batu kali
1,200 tukang batu
0,120 kepala tukang batu
3,600 pekerja
0,180 mandor



Dimana pengertian dari daftar analisa diatas, sebagai contoh untuk pekerjaan galian, ini berarti bahwa, 0,75 pekerja dan 0,025 mandor (dalam satu grup kerja) untuk menyelesaikan 1m^3 atau untuk berproduktifitas (P) 1m^3 galian tanah biasa diperlukan durasi (d) adalah 1 hari kerja (8 jam).

Untuk menentukan besarnya durasi (d) untuk masing – masing jenis pekerjaan dapat digunakan persamaan berikut:

$$d = \frac{V}{P} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.7}$$

Durasi (d) juga dapat dihitung berdasarkan volume dan sumber daya yang tersedia (Ilmu Manajemen Konstruksi: 1998: 57), seperti persamaan berikut:

$$d = \frac{K_1}{K_2} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.8}$$

$$K_1 = KxV \dots\dots\dots \text{persamaan 2.9}$$

Dari hasil perhitungan durasi, maka durasi (d) yang dipilih adalah durasi yang terbesar untuk menyelesaikan item pekerjaan.

Dimana :

d = Durasi

V = Volume

P = Produktifitas berdasarkan komposisi sumber daya untuk menyelesaikan persatu volume, sesuai daftar analisa ($1\text{m}^3/\text{hr}$, $1\text{m}^2/\text{hr}$, dan $1\text{m}^1/\text{hr}$)

K = Kebutuhan komposisi sumber daya per satuan volume

K_1 = Kebutuhan komposisi sumber daya keseluruhan

K_2 = Komposisi sumber daya yang tersedia



2.9. Rencana Biaya Pelaksanaan (RBP) Proyek

Rencana biaya pelaksanaan (RBP) proyek adalah salah satu dokumen kelengkapan yang dibutuhkan dalam suatu operasional pelaksanaan proyek, sebagai acuan operasional pelaksanaan proyek. Khususnya dalam pengelolaan yang berhubungan dengan hasil usaha proyek, yaitu sebagai pedoman dalam mencapai pendapatan proyek dan pengendalian biaya proyek, agar minimal mencapai apa yang direncanakan.

2.9.1. Jenis – Jenis Biaya

Biaya proyek konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya langsung

Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan konstruksi bangunan. Dimana biaya – biaya yang dihitung dalam biaya langsung ialah:

- a. Biaya bahan bangunan
- b. Biaya upah tenaga kerja
- c. Biaya peralatan

2. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya – biaya yang dihitung dalam biaya tidak langsung adalah:

- a. Biaya tidak terduga/ contingencies



Biaya tidak langsung untuk kejadian – kejadian yang mungkin terjadi dan mungkin tidak, seperti kejadian banjir, tanah longsor. Pada umumnya diperkirakan antara $\frac{1}{2}$ sampai dengan 5% dari biaya total.

b. Biaya umum

Biaya umum dapat digolongkan menjadi 2 (dua) jenis biaya yaitu:

1) Biaya umum proyek (lapangan)

Biaya umum proyek meliputi biaya operasional kantor proyek, biaya personil proyek, fasilitas sementara di proyek, kantor penerangan pagar dan lain – lain.

2) Biaya umum kantor

Biaya umum kantor adalah biaya untuk menjalankan suatu usaha termasuk didalamnya adalah biaya sewa kantor dan fasilitas, honor pegawai kantor, ijin usaha dan lain – lain

c. Keuntungan

Keuntungan adalah hasil jerih payah dari keahlian ditambah hasil dari faktor – faktor resiko karena keuntungan tidak sama dengan gaji. Dimana semua biaya diatas adalah biaya yang harus dikeluarkan. Maka satu – satunya biaya yang dapat ditambah atau dikurangi adalah keuntungan.

2.9.2. Biaya Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Pembiayaan terhadap tenaga kerja dikelompokkan berdasarkan keterampilan dan keahlian yang dimiliki oleh masing-masing tenaga kerja yang bersangkutan. Besarnya pembayaran terhadap masing-masing golongan tenaga



kerja tersebut diperlihatkan dalam daftar yang umumnya disebut dengan daftar harga satuan upah. Jadi besarnya biaya tenaga kerja yang dibayarkan dihitung dengan mengalikan banyaknya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dengan harga satuan upah dari masing-masing tenaga kerja tersebut.

Biaya tenaga kerja = Jumlah tenaga kerja x Harga satuan upah per – hari dari masing – masing tenaga kerja

2.9.3. Biaya Sumber Daya Bahan/Material

Biaya bahan yang dimaksud adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan-bahan/material dalam pelaksanaan konstruksi namun tidak termasuk biaya dan operasional alat. Dalam menghitung biaya bahan diperlukan daftar harga bahan yang akan dipergunakan. Besarnya biaya bahan dihitung dengan mengalikan jumlah bahan yang dipakai dengan harga bahan yang tercantum dalam daftar harga bahan.

Biaya bahan = Jumlah bahan yang dipakai x Harga satuan bahan

2.9.4. Biaya Sumber Daya Alat

Harga satuan alat harus disesuaikan dengan analisa – analisa yang akan dibuat untuk seluruh jenis pekerjaan. Satuan harus disesuaikan dengan satuan dalam daftar analisa. Pada perhitungan harga peralatan harus diperhatikan antara peralatan yang disewa dengan yang tidak disewa yaitu:



1. Untuk peralatan yang disewa harus diperhatikan antara lain:
 - a. Ongkos keluar masuk garage/sewa/asuransi.
 - b. Biaya operasi dan perawatan (bahan bakar, minyak pelumas, minyak hidrolik, operator, mekanik serta biaya perbaikan/*repair cost*)
2. Untuk peralatan yang tidak disewa diperhatikan mengenai biaya pemilikan (*owning cost*) yang terdiri dari biaya penyusutan, bunga pajak, biaya gudang dan asuransi.

2.10. Perencanaan Jadwal Waktu Pelaksanaan

Perencanaan merupakan bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Pengaruh dari perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Hal ini dikuatkan dengan berbagai kejadian dalam proyek konstruksi yang menyatakan bahwa perencanaan yang baik dapat menghemat $\pm 40\%$ dari biaya proyek. Dimana jenis – jenis penjadwalan yang sering digunakan diantaranya, (Wulfram I. Ervianto, 2002: 154), yaitu:

1. Diagram batang (*bar chart*)
2. Diagram jaring panah (Arrow Diagram)
3. Diagram jaring perseden (PDM – Precedence Diagram Method)

2.10.1. Diagram Batang (Bar Chart)

Diagram batang (*bar chart*) adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, sedangkan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat dimulai dan berakhir dari sebuah kegiatan dapat



dilihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (*bar chart*).

Rencana kerja yang paling sering dan banyak digunakan adalah diagram batang (*bar chart*) atau *gant chart*. Diagram batang digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah pembuatannya, dan mudah dimengerti oleh pemakainya.

2.10.2. Proses Penyusunan Diagram Batang (Bar Chart)

Proses penyusunan diagram batang (*bar chart*) dilakukan dengan langkah – langkah (*Wulfram I. Ervianto: 2002: 154*), sebagai berikut:

1. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
2. Urutan pekerjaan, dari item daftar kegiatan itu, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas, item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, tanpa mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersama.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai dengan seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut:



No	Uraian Pekerjaan	Waktu	Rencana Realisasi	Waktu Pelaksanaan										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A			■										
2	B				■									
3	C						■							
4	D			■										

Gambar 2.9 Penjadwalan Dengan Diagram Bagan Balok

Keterangan:

1. A, B, C, D adalah contoh kegiatan
2. Ujung kiri dan ujung kanan adalah waktu mulai dan akhir kegiatan

2.10.3. Diagram Jaring Panah (Arrow Diagram)

Definisi diagram jaringan kerja (*network planning*) adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan – kegiatan yang ada dalam jaringan kerja (*network*) proyek yang bersangkutan. Informasi yang dihasilkan adalah mengenai sumber daya yang dibutuhkan beserta jadwalnya. (Tubagus Haedar Ali: 1990: 4)

Diagram jaring panah (*Arrow Diagram*) atau *Activity on Arrow* (AOA) terdiri dari anak panah dan lingkaran. Anak panah menggambarkan kegiatan/aktivitas sedangkan lingkaran menggambarkan kejadian (*event*). Kejadian (*event*) diawali dari anak panah disebut “I”, sedangkan kejadian (*event*) di akhiri anak panah disebut node “J”.

Diagram jaring panah (*Arrow Diagram*) atau *Activity on Arrow* (AOA) merupakan satu kesatuan dari seluruh kegiatan sehingga kejadian (*event*) “J”



kegiatan sebelumnya juga merupakan kejadian (*event*) “I” kegiatan berikutnya. Bentuk diagram ini disebut dengan I – J diagram (*Wulfram I. Ervianto: 2002: 161*). Jumlah simbol yang digunakan dalam sebuah diagram jaringan kerja (*network planning*), minimum dua macam dan maksimum tiga macam (*Tubagus Haedar Ali: 1990: 8*), yaitu:

1. Anak Panah 

Anak panah melambangkan kegiatan. Sebuah kegiatan hanya dilambangkan sebuah anak panah dan pada umumnya kegiatan dicantumkan di atas anak panah dan lamanya kegiatan ditulis dibawah anak panah.

2. Lingkaran 

Lingkaran yang melambangkan peristiwa selalu digambarkan dengan lingkaran yang terbagi atas tiga ruangan yaitu:

a. Ruangan sebelah kiri, merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan nomor peristiwa. Nomor peristiwa bisa pula dinyatakan berupa simbol (variabel) n, i, j.

b. Ruangan sebelah kanan atas merupakan tempat bilangan yang menyatakan nomor hari (satuan waktu hari) dan dapat diterjemahkan kedalam bentuk tanggal hari yang bersangkutan, yang merupakan saat paling awal peristiwa yang bersangkutan mungkin terjadi.

c. Ruangan kanan bawah merupakan angka bilangan yang menyatakan nomor hari (satuan waktu hari) saat paling lambat.

3. Anak Panah Putus – Putus 



Anak panah terputus – putus (*dummy*) melambangkan hubungan antar peristiwa, dimanakan hubungan antar kegiatan (*dummy*) tidak membutuhkan waktu dan ruang. Oleh karena itu, hubungan antar peristiwa tidak perlu diperhitungkan dalam perhitungan waktu, lamanya dihitung sama dengan nol.

2.10.3.1. Menyusun Kegiatan

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode bagan balok, karena dapat menjawab pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut (*Iman Soeharto: 1995: 181*), yaitu:

1. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Kegiatan – kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
3. Bila terjadi keterlambatan, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Usaha menyusun urutan kegiatan yang mengikuti logika ketergantungan akan dipermudah dengan mencoba menjawab pertanyaan (*Iman Soeharto: 1995: 191*) sebagai berikut:

1. Kegiatan apa yang dimulai terlebih dahulu
2. Mana kegiatan berikutnya yang akan dikerjakan
3. Adakah kegiatan – kegiatan yang dapat berlangsung sejajar
4. Perlukah dimulainya kegiatan tertentu dengan menunggu yang lain.



2.10.3.2. Saat Kejadian Paling Awal/Earlist Event Time (EET)

Saat kejadian paling Awal/*Earlist Event Time (EET)*, adalah saat paling awal suatu peristiwa mungkin terjadi, dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Untuk menghitung nilai dari saat kejadian paling Awal/*Earlist Event Time (EET)*, dapat dihitung dengan persamaan (*Mahendra Sultan Syah: 2004: 95*), berikut:

$$EET_j = EET_i + D_{ij} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.10}$$

Dimana:

EET = Diisinkan yang memberi nilai paling besar

D_{ij} = Durasi kegiatan i Ke j

2.10.3.4. Saat Kejadian Paling Lambat/Latest Event Time (LET)

Saat kejadian paling lambat/*Latest Event Time (LET)*, adalah saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi, dan tidak boleh terjadi sebelumnya sehingga proyek mungkin selesai pada waktu yang telah direncanakan. Untuk menghitung nilai dari saat kejadian paling lambat/*Latest Event Time (LET)*, dapat digunakan persamaan (*Mahendra Sultan Syah: 2004: 95*), berikut:

$$LET_j = LET_i + D_{ij} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.11}$$

Dimana:

LET = Diisinkan yang memberi nilai paling kecil

D_{ij} = Durasi kegiatan i Ke j



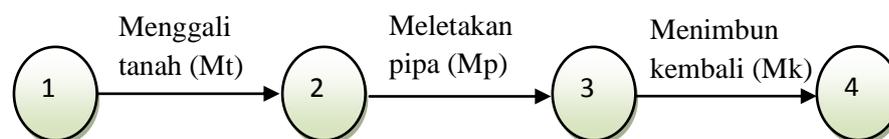
2.10.4. Diagram Jaring Perseden/Precedence Diagram Method (PDM)

Metode PDM (*Precedence Diagram Method*) adalah jaringan kerja termasuk klarifikasi *Activity on Node* (AON). Kegiatan dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segi empat sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan – kegiatan yang bersangkutan (*Iman Soeharto: 1995: 95*).

Walaupun penggunaan metode diagram preseden ini lebih logis dibanding metode lainnya, akan tetapi penggambarannya masih dalam bentuk *network* yang dapat dibaca atau dimengerti oleh level manajemen tertentu saja.

2.10.4.1. Kegiatan Tumpang Tindih

Aturan dasar CPM atau AOA mengatakan bahwa suatu kegiatan boleh dimulai setelah pekerjaan terdahulu (*predecessors*) selesai, maka untuk proyek dengan rangkaian kegiatan tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang akan memerlukan garis dummy yang banyak sekali, sehingga tidak praktis dan kompleks. Sebagai contoh, gambar 2.10 memperlihatkan jaringan AOA proyek memasang pipa yang terdiri dari kegiatan menggali tanah, meletakkan pipa dan menimbun kembali. Terlihat bahwa jaringan kerja yang dihasilkan seperti dapat digambarkan (*Iman Soeharo, 1995:241*) sebagai berikut:

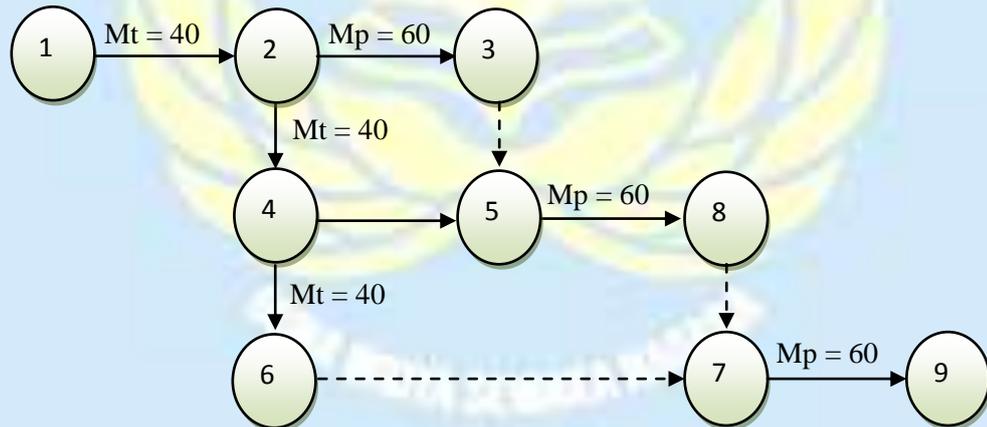


Gambar 2.10 Jaringan AOA Proyek Memasang Pipa



Misalkan setelah diteliti untuk mempersingkat waktu, komponen kegiatan proyek dilaksanakan secara tumpang tindih, yaitu pekerjaan meletakkan pipa dimulai setelah pekerjaan menggali tanah selesai 40% dari panjang keseluruhan, jadi tidak perlu menunggu 100%, begitu juga dengan pekerjaan berikutnya.

Untuk maksud tersebut bila dipakai metode CPM kegiatan harus dikelompokkan menjadi beberapa bagian, yang dalam contoh diatas ditunjukkan dengan angka-angka bagian 40% dan 60%. Terlihat bahwa jaringan kerja yang dihasilkan seperti gambar 2.11 sebagai berikut:

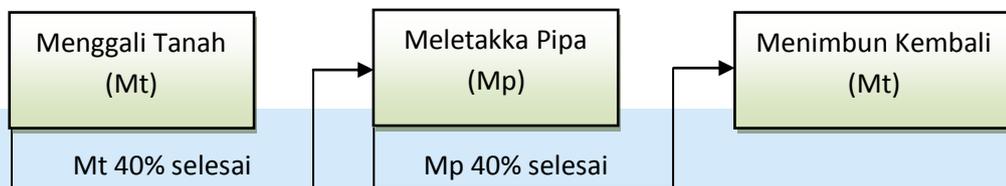


Gambar. 2.11 Kegiatan – Kegiatan Dipecah 40% dan 60%

Bila proyek tersebut disajikan dengan metode PDM akan dihasilkan diagram yang relatif lebih sederhana. Oleh karena itu metode ini banyak dijumpai pada proyek-proyek *engineering* konstruksi yang kaya akan pekerjaan tumpang tindih dan pengulangan, seperti pemasangan pipa, pembangunan gedung



bertingkat, pengaspalan jalan dan lain-lain. Terlihat bahwa jaringan kerja yang dihasilkan seperti gambar 2.12 berikut:



Gambar. 2.12 Kegiatan Proyek Pemasangan Pipa Disajikan Dengan Metode PDM

2.10.4.2. Kegiatan, Peristiwa dan Atribut

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam node yang berbentuk kotak persegi empat. Definisi kegiatan dan peristiwa sama seperti CPM. Hanya perlu ditekankan disini bahwa dalam CPM kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya.

Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut.

Peraturan denah dan macam jumlah atribut yang hendak dicantumkan bervariasi sesuai dengan keperluan dari keinginan pemakai. Beberapa atribut yang sering dicantumkan diantaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (no dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES,LS,EF,LF dan TF). Terlihat bahwa jaringan kerja yang dihasilkan seperti gambar 2.13 (Iman Soeharo, 1995:242) sebagai berikut:



ES	Jenis Kegiatan	EF
LS		LF
No. Kegiatan		Durasi

Gambar 2.13 Atribut dalam Precedent Diagram Method (PDM)

Dimana:

ES = *Early Start* (Mulai Paling Awal)

EF = *Early Finish* (Selesai Paling Awal)

LS = *Last Start* (Mulai Paling Lambat)

LF = *Last Finish* (Selesai Paling Lambat)

TF = *Total Float* (Pengembangan Total)

Total Float (TF) menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

2.10.4.3. Konstrain, Lead dan Lag

Konstrain menunjukkan hubungan antara kegiatan dengan satu garis dari node yang terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat



menghubungkan dua node. Karena setiap node mempunyai dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam konstrain yang awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (*Lead*) atau lambat tertunda (*Lag*). Bila kegiatan (i) dan suau waktu adalah hari maka penjelasan lebih lanjut (Iman Soeharo, 1995:243) adalah sebagai berikut:

1. Konstrain selesai ke mulai – *Finish to Start* (FS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antar mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i – j) = a yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.

2. Konstrain mulai ke mulai – *Start to Start* (SS)

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu, atau SS (i – j) = b yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai.

3. Konstrain selesai ke selesai – *Finish to Finish* (FF)

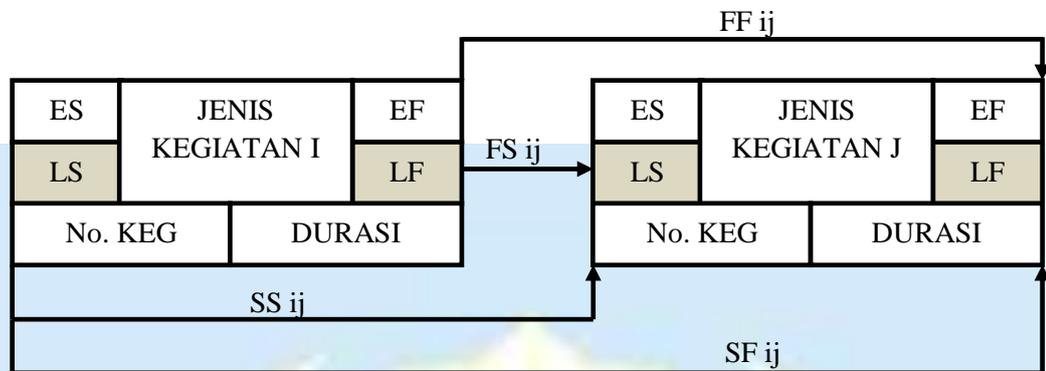
Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu, atau FF (i – j) = c yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan (i) selesai

4. Konstrain mulai ke salesai – *Start to Finish* (SF)

Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan SF (i – j) = d yang berarti suatu kegiatan (j) selesai detelah d hari kegiatan terdahulu mulai.



Untuk lebih jelasnya mengenai penulisan konstrain pada PDM, yaitu dicantumkan di atas anak panah yang menghubungkan dua kegiatan dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut:



Gambar 2.14. Konstrain Pada PDM

2.10.4.4. Menyusun Jaringan PDM

Untuk menyusun suatu jaringan PDM dari suatu informasi tertentu yang telah diketahui, dapat dilakukan langkah – langkah (Imam Soeharto, 1995) sebagai berikut:

1. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan.
2. Menghubungkan node – node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan kostrain.
3. Menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.
4. Menghitung ES, EF, LS dan LF.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada contoh kegiatan pada suatu proyek seperti pada tabel 2.1 yang disusun dalam bentuk PDM

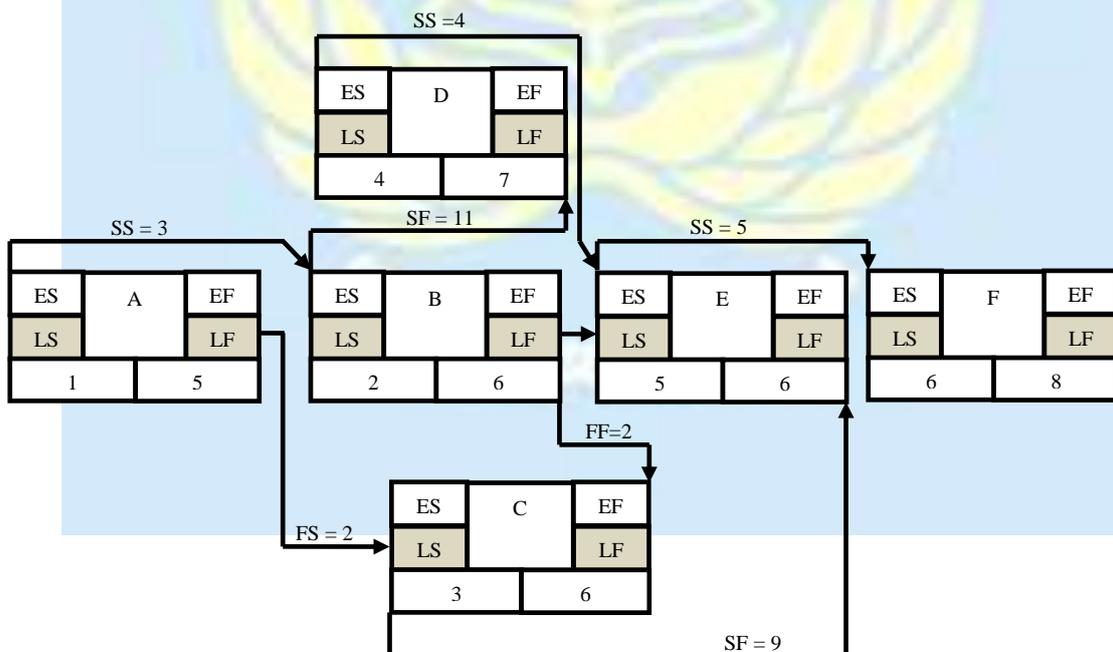


Tabel 2.1 Contoh Komponen Kegiatan Suatu Proyek

No	Nama Kegiatan	Kurun Waktu	Prodecessor	Konstrain
1	A	5		
2	B	6	A	SS = 3
3	C	6	A	FS = 2
			B	FF = 2
4	D	7	B	SF = 11
5	E	6	B	FS = 1
			C	SF = 9
			D	SS = 4
6	F	8	E	SS = 5

Sumber: Imam Soeharto: 1999

Dari uraian kegiatan di atas maka dapat dibuat jaringan PDM seperti pada gambar 2.15 berikut:



Gambar 2.15. Diagram Preseden Dengan Notasi Sesuai Tabel 2.1



2.10.4.5. Identifikasi Jalur Kritis

Perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena lebih banyak faktor yang diperhatikan. Untuk maksud tersebut, dikerjakan analisa serupa dengan metode AOA / CPM (*Iman Soeharo: 1995:246*), yaitu:

1. Hitungan Maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut

- a. Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- b. Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan berlangsung.
- c. Notasi (i) Bagi kegiatan terdahulu (*predecssors*) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- d. Waktu awal dianggap nol

- 1) Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES (j) adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu ES (i) atau EF (i) ditambah konstrain yang bersangkutan. Karena terdapat empat konstrain, maka bila ditulis dengan rumus menjadi:

$$EF_{(j)} = ES_{(i)} + SS_{(i-j)} \quad \text{atau}$$

$$= ES_{(i)} + SF_{(i-j)} - D_{(j)} \quad \text{atau}$$

$$= EF_{(i)} + FS_{(i-j)} \quad \text{atau}$$

$$= EF_{(i)} + FF_{(i-j)} - D_{(j)}$$

- 2) Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau EF(j) adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut



$(ES)_{(j)}$, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D_{(j)}$. Atau ditulis dengan rumus menjadi:

$$EF_{(j)} = ES_{(j)} + D_{(j)}$$

2. Hitungan Mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal berikut:

- a. Menentukan LS, LF dan ukuran waktu float
- b. Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil LS terkecil
- c. Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.

1) Hitung $LF(i)$, waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan.

$$\begin{aligned} LF_{(j)} &= LF_{(j)} - FF_{(i-j)} && \text{atau} \\ &= LS_{(j)} - FS_{(i-j)} && \text{atau} \\ &= LF_{(j)} - SF_{(i-j)} + D_{(i)} && \text{atau} \\ &= LS_{(j)} - SS_{(i-j)} + D_{(j)} \end{aligned}$$

2) Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau $LS(i)$, adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut $LF(i)$, dikurangi kurun waktu yang bersangkutan.

$$LS_{(i)} = LF_{(i)} - D_{(i)}$$



2.10.4.6. Jalur dan Kegiatan Kritis

Jalur dan kegiatan kritis pada metode diagram preseden (*Precedence diagram method/PDM*), mempunyai sifat seperti diagram jaring panah (*Arrow Diagram*) atau *Activity on arrow (AOA)*, (Iman Soeharo, 1995:247), yaitu :

1. Waktu mulai paling awal dan kritis harus sama $ES = LS$
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama $EF = LF$
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling awal dengan waktu mulai paling awal $LF - ES = D$
4. Bila sebagai kegiatan yang bersifat kritis, maka kegiatan tersebut dianggap kritis.

2.10.4.7. Waktu Ambang / Floating Time

Perencanaan dan penyusunan jadwal proyek konstruksi perlu diperhatikan mengenai waktu ambang/*floating time* (Mahendra Sultan Syah: 2004:98). Total *float* menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh tertunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Float* total suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi waktu selesai paling awal atau waktu mulai paling akhir dikurangi waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut, atau secara umum dapat dihitung dengan rumus :

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

Atau juga dapat dihitung dengan rumus:



1. Total float

$$TF_i = (LS_j - Ef_i)$$

2. Total float

$$FF_i = (ES_j - EF_i)$$

2.10.5. Penjadwalan Prestasi

Perencanaan jadwal prestasi dengan metode pembuatan kurva S merupakan gambaran diagram persen (%) kumulatif biaya yang diplot pada sumbu absis, dimana sumbu X menyatakan satuan waktu sepanjang durasi proyek dan sumbu Y menyatakan nilai persen (%) kumulatif biaya selama durasi proyek tersebut.

Persen (%) kumulatif biaya terlebih dulu harus dibobotkan dengan rumus:

$$B = BIP/BTP \times 100\%$$

Dimana:

B = Bobot item pekerjaan

BIP = Biaya item pekerjaan

BTP = Biaya total pekerjaan

Langkah – langkah dalam perencanaan jadwal prestasi dengan metode pembuatan kurva “S” adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari dokumen pengadaan dengan baik, bila perencanaan jadwal prestasi digunakan untuk lampiran penawaran.
2. Mempelajari dokumen kontrak dengan baik, bila perencanaan jadwal prestasi sebagai salah satu kegiatan dalam perencanaan pelaksanaan proyek.



3. Mengidentifikasi seluruh jenis pekerjaan beserta besar volume dan biaya yang terdapat pada Rencana Anggaran Biaya.
4. Menghitung besarnya durasi yang diperlukan untuk setiap item pekerjaan berdasarkan volume dan produktivitas yang ingin dicapai.
5. Membuat jadwal pelaksanaan dengan metode diagram jaringan maupun diagram batang.
6. Menghitung bobot masing – masing item pekerjaan yang akan dilaksanakan.
7. Mendistribusikan masing – masing bobot setiap item pekerjaan pada diagram batang untuk masing – masing item pekerjaan tersebut sesuai dengan bobot yang ingin dicapai setiap harinya.
8. Hitung bobot yang dapat diserap setiap kurun waktu tertentu dengan cara menjumlahkan bobot setiap item pekerjaan yang berada pada satu kurun waktu yang sama.
9. Hitung bobot kumulatif yang dapat diserap setiap kurun waktu tertentu dengan cara menjumlahkan bobot setiap item pekerjaan yang berada pada kurun waktu pertama, kedua, ketiga, keempat dan seterusnya.
10. Menentukan letak titik koordinat setiap akhir waktu, dalam hal ini waktu dapat dipakai dalam kurun waktu harian, mingguan dan bulanan.
 - a. Untuk absis tentukan akhir kurun waktu yang akan ditentukan titik koordinatnya.
 - b. Untuk absis tentukan nilai bobot kumulatif (%) pada setiap akhir kurun waktu yang akan ditentukan titik koordinatnya.
11. Hubungkan setiap titik koordinat, sehingga didapat garis berbentuk kurva “S”.



2.10.6. Grafik Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan (*actual*) progress pekerjaan dari setiap kegiatan. Dengan kurva S dapat diketahui progress pada setiap waktu, progress tersebut dapat berupa rencana dan pelaksanaan (*actual*).

Cara lain untuk memperagakan adanya varians adalah dengan menggunakan grafik. Grafik dibuat dengan sumbu-X sebagai nilai komulatif biaya atau jam orang yang telah digunakan presentase (%) penyelesaian pekerjaan, sedangkan sumbu-Y menunjukkan parameter waktu. Bila grafik tersebut dibandingkan dengan grafik serupa yang disusun berdasarkan perencanaan dasar (komulatif pengeluaran berdasarkan anggaran orang/jam orang) maka akan segera terlihat jika terjadi penyimpangan.

Memiliki sifat seperti tersebut dan pembuatannya yang relatif lebih cepat dan mudah, maka metode penyajian dengan grafik "S" dijumpai secara luas dalam penyelenggaraan proyek. Grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai komulatif biaya atau jam orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horisontal sebagai waktu kalender masing – masing angka 0 sampai 100 ini, umumnya akan dibentuk huruf S. ini disebabkan kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

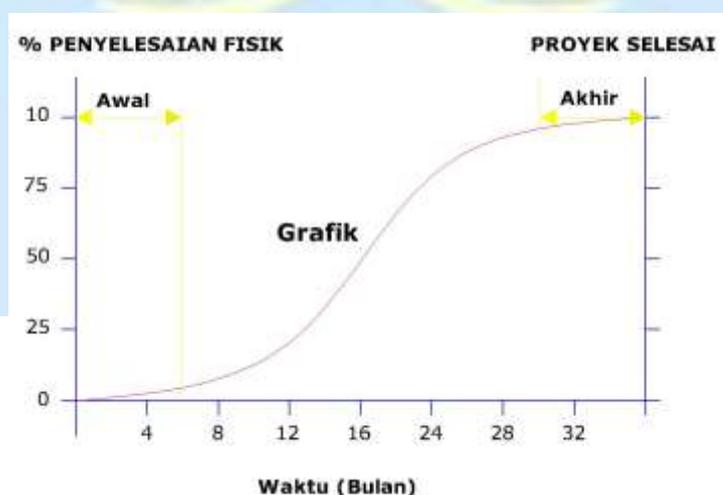
1. Kemajuan pada awal bergerak lambat.
2. Diikuti oleh kegiatan bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama
3. Akhirnya kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.



Penggunaan grafik “S” dijumpai hal-hal berikut:

1. Pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan.
2. Penggunaan sama dengan butir diatas, tetapi satuan unit pekerjaan atau elemen-elemennya.
3. Pada kegiatan *engineering* dan pembelian untuk menganalisis *prosentase* (%) penyelesaian pekerjaan, misalnya jam orang untuk menyiapkan rancangan, penyusunan pengajuan pembelian terhadap waktu.
4. Pada kegiatan konstruksi, yaitu dengan menganalisis pemakaian tenaga kerja atau jam orang dan untuk menganalisis *prosentase* (%) penyelesaian serta pekerjaan – pekerjaan lain yang diukur (dinyatakan) dalam unit versus waktu.

Grafik “S” sangat bermanfaat untuk dipakai sebagai laporan bulanan dan laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami, (*Iman Soeharto: 1995: 266 – 267*) seperti pada gambar 2.16 berikut:



Gambar 2.16. Membuat Grafik Kurva “S”

