

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, yang mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis.

Manajemen Konstruksi

Ir. Irika Wideasanti, M.T. & Lenggogeni, M.T.



Manajemen Konstruksi

Ir. Irika Wideasanti, M.T. & Lenggogeni, M.T.



Manajemen Konstruksi

RR.PK0219-01-2013

Penulis Ir. Irika Widiyanti, M.T. & Lenggogeni, M.T.
Editor Pipih Latifah
Desainer sampul Guyun Slamet
Layout Mansur Sudrajat

Diterbitkan oleh **PT REMAJA ROSDAKARYA**
Jln. Ibu Inggit Garnasih No. 40
Bandung 40252
Tlp. (022) 5200287
Fax. (022) 5202529
e-mail: rosdakarya@rosda.co.id
www.rosda.co.id

Anggota Ikapi
Cetakan pertama, Februari 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang pada Penulis

ISBN 978-979-692-130-0

Dicetak oleh PT Remaja Rosdakarya Offset - Bandung

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas tersusunnya Buku Ajar Manajemen Konstruksi ini.

Penyusunan Buku Ajar Manajemen Konstruksi ini disesuaikan dengan kurikulum mata kuliah Manajemen Konstruksi dan diperuntukkan bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah tersebut. Tujuannya adalah untuk membantu mahasiswa dalam mempelajari materi-materi pada mata kuliah Manajemen Konstruksi.

Materi yang terkandung dalam buku ajar ini dirangkum dari sumber-sumber pustaka berupa buku-buku cetak, makalah, maupun sumber dari internet. Garis besar isi buku ajar ini meliputi pengenalan pada industri konstruksi, dasar-dasar manajemen, organisasi di proyek konstruksi, pembuatan penjadwalan rencana dengan metode *Activity on Arrow*, Bagan Balok atau *Barchart*, dan *Precedence Diagramming Method*, pembuatan Kurva S dan Arus Kas, serta pemahaman mengenai pengendalian biaya proyek dengan metode varian dan konsep nilai hasil.

Setelah mempelajari buku ajar ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami konsep-konsep manajemen dalam Manajemen Konstruksi, dapat membuat penjadwalan rencana dengan berbagai metode, dan memahami pengendalian biaya dalam proyek konstruksi.

Jakarta, Februari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar — iii

Daftar Isi — v

Bab 1 Pendahuluan — 1

- A. Industri Konstruksi — 1
- B. Manajemen, Penjadwalan, dan Pengendalian Biaya di Industri Konstruksi — 5
- C. Ringkasan — 8

Bab 2 Dasar-Dasar Manajemen — 9

- A. Pengertian Manajemen — 9
- B. Klasifikasi Manajemen — 12
- C. Fungsi Manajemen — 17
- D. Soal/Latihan — 22
- E. Ringkasan — 23

Bab 3 Organisasi Proyek Konstruksi — 25

- A. Tahapan Proyek Konstruksi — 25
- B. Tipe-Tipe Organisasi dalam Proyek Konstruksi — 29
- C. Hubungan Kerja dalam Proyek Konstruksi — 37
- D. Soal/Latihan — 44
- E. Ringkasan — 45

Bab 4 Activity On Arrow — 47

- A. Penjadwalan Metode Jaringan Kerja — 48

PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengenalan awal dunia industri konstruksi. Setelah membaca bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. menjelaskan mengenai industri konstruksi;
2. menyebutkan klasifikasi industri konstruksi;
3. menjelaskan manajemen dalam industri konstruksi.

Media yang digunakan adalah *Power Point Slide*.

A. Industri Konstruksi

Konstruksi dan kemampuan untuk membangun sesuatu adalah salah satu keterampilan tertua dari manusia. Pada zaman prasejarah, keterampilan membangunlah yang membedakan *Homo sapiens* dari spesies lain. Manusia berjuang untuk hidup dan berlindung dari lingkungan yang membahayakan dengan membangun tempat tinggal dari berbagai material yang ada pada saat itu, seperti tanah, batu, kayu, dan kulit binatang.

- B. Metode *Activity On Arrow* (AOA) — 53
- C. Metode Jalur Kritis — 61
- D. Total Float dan Free Float — 66
- E. Soal/Latihan — 73
- F. Ringkasan — 75

Bab 5 Barchart (Bagan Balok) — 77

- A. Pengertian Barchart — 77
- B. Cara Membuat Barchart — 79
- C. Kebutuhan dan Jadwal Tenaga Kerja — 90
- D. Kebutuhan dan Jadwal Pemasukan Material — 92
- E. Soal/Latihan — 96
- F. Ringkasan — 96

Bab 6 Precedence Diagramming Method (PDM) — 97

- A. Pengertian Metode PDM — 98
- B. Hubungan Logika dalam PDM — 103
- C. Perhitungan Maju dan Mundur pada PDM — 110
- D. Lintasan Kritis — 118
- E. Kegunaan PDM — 121
- F. Soal/Latihan — 122
- G. Ringkasan — 124

Bab 7 Kurva S dan Arus Kas Rencana — 125

- A. Pengertian Kurva S — 125
- B. Langkah Pembuatan Kurva S — 126
- C. Arus Kas — 136
- D. Soal/Latihan — 149
- E. Ringkasan — 152

Bab 8 Metode Varian dan Konsep Nilai Hasil — 155

- A. Metode Varian — 155
- B. Konsep Nilai Hasil (Earned Value) — 157
- C. Elemen dari Nilai Hasil — 160
- D. Penilaian Kinerja Proyek dengan Konsep Nilai Hasil — 162
- E. Potensi Penggunaan Earned Value Management System pada Proyek Konstruksi di Indonesia — 166
- F. Soal/Latihan — 168
- G. Ringkasan — 169

Daftar Pustaka — 171

Tentang Penulis — 173

Ketika masyarakat mulai berkembang lebih terorganisasi, kemampuan membangun juga meningkat menjadi sesuatu yang menakjubkan, seperti dapat kita lihat pada bangunan-bangunan tua yang terdapat di seluruh penjuru dunia. Sejalan dengan perkembangan waktu beratus-ratus tahun kemudian, membangun menjadi suatu industri yang menjadi penyokong kehidupan suatu bangsa.

Pada masa sekarang ini, industri konstruksi merupakan suatu industri ekonomi nasional yang berhubungan dengan persiapan lahan dan pembangunan, percepatan, dan perbaikan bangunan, struktur, dan properti lain. Atas dasar itu, industri konstruksi merupakan salah satu industri yang paling berkembang di seluruh dunia. Pertumbuhan industri konstruksi sejalan dengan pertumbuhan di suatu negara. Menurut Halpin (1998), sektor-sektor berbeda dari industri konstruksi menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda di seluruh dunia, seperti:

1. industri konstruksi menyumbangkan nilai yang sangat besar pada pendapatan per kapita dunia, yaitu sekitar 1/10 dari GDP dunia;
2. industri konstruksi merupakan industri yang potensial dalam penyerapan tenaga kerja yang besar, yaitu sekitar 7% dari seluruh tenaga kerja di dunia;
3. industri konstruksi menyerap 2/5 dari total penyerapan energi di seluruh dunia yang membuat industri ini menjadi sektor terbesar dalam penyerapan energi.

Industri ini terdiri dari perusahaan besar maupun perusahaan kecil. Perusahaan besar dapat menandatangani suatu kontrak sejumlah \$20 juta per tahun dan melibatkan ribuan pekerja. Banyak perusahaan besar tersebut yang bergerak di pasar dalam negeri maupun luar negeri.

Industri ini terdiri dari perusahaan besar maupun perusahaan kecil. Karena sektor konstruksi merupakan suatu industri yang berbeda dengan industri lainnya, maka pembagian jenis konstruksi akan sangat membantu dalam memahami struktur industri ini. Secara luas, proyek-proyek konstruksi dapat dibagi atau diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) bagian (Halpin, 1998), yaitu: konstruksi gedung; konstruksi teknik; dan konstruksi industri.

Ketiga hal di tersebut dapat dijelaskan pada uraian berikut ini.

1. Konstruksi Gedung

Konstruksi gedung adalah bangunan yang digunakan sebagai fasilitas umum, misalnya bangunan institusional, pendidikan, industri ringan (seperti gudang), bangunan komersial, sosial, dan tempat rekreasi. Jenis bangunan pada konstruksi ini, misalnya gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, apartemen/rumah susun, dan sekolah. Konstruksi gedung biasanya direncanakan oleh arsitek dan insinyur sipil, sementara material yang dibutuhkan lebih ditekankan pada aspek-aspek arsitektural.

2. Konstruksi Teknik

Konstruksi pada kategori ini melibatkan struktur yang direncanakan dan didesain secara khusus oleh para ahli dan dibuat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang berhubungan dengan infrastruktur. Jenis konstruksi ini dibagi lagi menjadi dua bagian, yaitu konstruksi jalan dan konstruksi berat.

a. Konstruksi Jalan

Proyek ini meliputi penggalian, pengurangan, perkerasan jalan, dan konstruksi jembatan serta struktur drainase. Konstruksi jalan biasanya direncanakan oleh departemen pekerjaan umum setempat dan berbeda dengan konstruksi bangunan dari segi aktivitas antara pemilik, perencana, dan kontraktor.

b. Konstruksi Berat

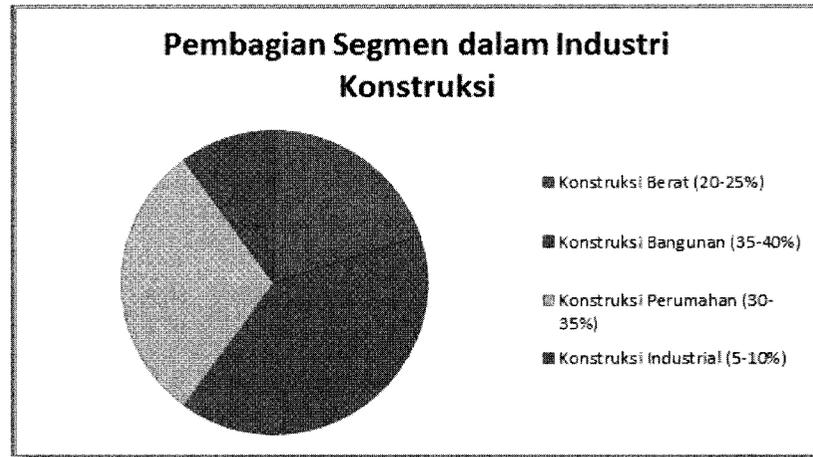
Yang termasuk dalam konstruksi ini adalah proyek-proyek utilitas suatu negara, bendungan, pemipaan, transportasi selain jalan raya, transportasi air, dan transportasi udara. Konstruksi ini dibiayai oleh pemerintah atau kerja sama pemerintah-swasta.

3. Konstruksi Industri

Konstruksi ini biasanya melibatkan proyek-proyek teknik tingkat tinggi dalam manufaktur dan proses produksi. Dalam

beberapa kasus, kontraktor dan arsitek menjadi berada pada satu perusahaan untuk mendesain dan melaksanakan pembangunan pabrik bagi pemilik/klien.

Klasifikasi dalam industri konstruksi digambarkan sebagai berikut:



Sumber: Halpin, Construction Management 1998.

Gambar 1.1 Pembagian Segmen dalam Industri Konstruksi

Pembagian di atas dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Konstruksi berat, termasuk:
 - a. waduk,
 - b. terowongan,
 - c. jembatan,
 - d. jalan raya,
 - e. airport,
 - f. urban transit sistem,
 - g. pelabuhan,
 - h. pipa bawah tanah,
 - i. dan lain-lain.
2. Konstruksi bangunan gedung, termasuk:
 - a. sekolah,
 - b. universitas,
 - c. rumah sakit,
 - d. perkantoran,

- e. gudang,
- f. teater,
- g. bangunan pemerintahan,
- h. dan lain-lain.

3. Konstruksi Perumahan
 - a. Rumah Tinggal.
 - b. *Town houses*.
 - c. Apartemen.
 - d. Kondominium.
4. Konstruksi industrial
 - a. Bangunan perminyakan.
 - b. Pabrik petrochemical.
 - c. Pabrik lainnya.

Pelaksanaan industri konstruksi membutuhkan perencanaan maksimal yang berguna bagi kelancaran pembangunan, baik perencanaan desain, organisasi, waktu, biaya, dan sebagainya. Untuk itu, dibutuhkan keilmuan dalam hal pengaturan atau manajemen yang saling berkesinambungan dan melengkapi dalam dunia proyek dan konstruksi.

B. Manajemen, Penjadwalan, dan Pengendalian Biaya di Industri Konstruksi

Ilmu dalam konstruksi dapat dibagi menjadi dua hal yang umum, yaitu:

1. teknologi konstruksi dan
2. manajemen konstruksi.

Sesuai dengan namanya, teknologi konstruksi berhubungan dengan metode atau teknik yang digunakan untuk menempatkan material fisik dan elemen-elemen konstruksi pada tempatnya di lapangan. Pada saat suatu proyek konstruksi ditentukan, salah

satu pertanyaan yang paling penting yang akan dihadapi oleh manajer konstruksi adalah: "metode konstruksi apa yang akan digunakan?". Jenis atau tipe metode yang digunakan sangatlah beragam. Setiap metode baru harus dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya, serta harus selalu diperbarui.

Berlawanan dengan teknologi konstruksi, manajemen konstruksi mengacu pada bagaimana sumber daya tersedia bagi manajer sehingga dapat diaplikasikan dengan baik pada suatu proyek konstruksi. Biasanya, pada saat kita berbicara mengenai sumber daya untuk konstruksi, maka yang teringat adalah lima M, yaitu:

1. *Manpower* (tenaga kerja);
2. *Machiners* (alat dan peralatan);
3. *Material* (bahan bangunan);
4. *Money* (uang);
5. *Method* (metode).

Manajemen melibatkan waktu dan pengaplikasian kelima sumber daya di atas untuk membangun suatu proyek konstruksi. Banyak hal yang harus dipertimbangkan pada saat mengatur suatu proyek dan secara sukses mengaplikasikan kelima M tersebut. Keterlibatan perencanaan yang baik dari segi waktu, biaya, dan lingkup proyek merupakan hal penting dalam menyukkseskan pembangunan suatu proyek.

Tugas seorang manajer pada suatu proyek konstruksi adalah memanfaatkan sumber daya semaksimal mungkin dengan efektif dan efisien dalam kerangka perencanaan waktu, biaya, dan mutu untuk pencapaian tujuan pemilik proyek. Konsep dasar yang menjadi esensi suatu pembangunan proyek konstruksi adalah kemampuan manajer dalam menempatkan sumber daya manusia, peralatan, dan material dengan biaya terbatas, waktu yang telah ditentukan, dan mutu yang sesuai dengan perencanaan awal. Sehingga hal ini menjadi tantangan utama seorang manajer proyek konstruksi.

Pekerjaan sebuah proyek konstruksi selalu dimulai dengan tiga hal, yaitu penyusunan perencanaan, penyusunan jadwal, dan pengendalian untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan

rencana. Lebih lanjut, pembahasan singkat mengenai ketiga hal tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Perencanaan adalah suatu proses penentuan tujuan dan sasaran melibatkan persiapan sumber daya dalam pencapaiannya. Perencanaan yang dibuat dengan baik akan mengikat dan mengarahkan pelaksanaan suatu kegiatan proyek konstruksi dalam memanfaatkan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mewujudkan tujuan dan sasaran.
2. Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian. Di samping itu, juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan tersebut. Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi, secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan. Ketepatan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek sangat berpengaruh pada terhindarnya banyak kerugian, misalnya pembengkakan biaya konstruksi, keterlambatan penyerahan proyek, dan perselisihan atau klaim. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan antara lain sebagai berikut.
 - a. Bagi pemberi tugas atau pemilik yaitu:
 - 1) pengetahuan mengenai waktu awal dan akhir suatu proyek;
 - 2) dapat mengevaluasi dan menilai akibat perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek;
 - 3) dapat merencanakan *cashflow* atau arus kas proyek.
 - b. Sementara, bagi pemberi jasa konstruksi, selain manfaat yang sama dengan pemberi tugas, juga bermanfaat untuk:
 - 1) dapat merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja;
 - 2) dapat mengatur waktu keterlibatan subkontraktor
3. R.J. Mockler, ~1972, dalam buku Imam Soeharto (1997) memberikan pengertian tentang pengendalian. Menurutnya, 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, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran.

Pada buku ajar ini akan dibahas mengenai dasar-dasar manajemen bagi pelaksanaan suatu proyek konstruksi, perencanaan waktu yang efektif dengan berbagai metode, serta perencanaan dan pengendalian biaya proyek konstruksi yang terbagi menjadi beberapa bab, dimulai dengan Dasar-Dasar Manajemen sebagai landasan atau acuan dasar dalam mengenal lebih jauh manajemen dan sistematikanya di proyek konstruksi.

C. Ringkasan

1. Industri konstruksi merupakan suatu industri ekonomi nasional yang berhubungan dengan persiapan lahan dan pembangunan, percepatan, dan perbaikan bangunan, struktur, dan properti lain. Atas dasar itu, industri konstruksi merupakan salah satu industri yang paling berkembang di seluruh dunia.
2. Dunia konstruksi membagi atau mengklasifikasikan jenis konstruksi menjadi tiga bagian besar, yaitu: konstruksi gedung, konstruksi teknik, dan konstruksi manufaktur.
3. Manajemen melibatkan waktu dan pengaplikasian lima sumber daya untuk membangun suatu proyek konstruksi. Banyak hal yang harus dipertimbangkan pada saat mengatur suatu proyek dan secara sukses mengaplikasikan kelima M.
4. Keterlibatan perencanaan yang baik dari segi waktu, biaya, dan lingkup proyek merupakan hal penting dalam menyukseskan pembangunan suatu proyek.

DASAR-DASAR MANAJEMEN

Sebelum mendalami lebih jauh mengenai Ilmu Manajemen Konstruksi, perlu diketahui secara singkat apa dan bagaimana manajemen agar menjadi landasan bagi pemahaman ilmu Manajemen Konstruksi. Setelah membaca bab ini, mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan mengenai dasar-dasar ilmu manajemen, dimulai dari definisi, klasifikasi manajemen, dan fungsi-fungsi manajemen.

A. Pengertian Manajemen

Pengertian Manajemen, menurut Sidharta Kamarwan, dapat dilihat dari beberapa sudut pandang (referensi), di antaranya sebagai berikut.

- Manajemen sebagai suatu ilmu pengetahuan (*management as a science*), adalah bersifat interdisipliner yang dalam hal ini mempergunakan bantuan dari ilmu-ilmu sosial, filsafat, dan matematika.
- Manajemen sebagai suatu sistem (*management as a system*) adalah suatu rangkaian kegiatan yang masing-masing kegiatan

dapat dilaksanakan tanpa menunggu selesainya kegiatan lain, walaupun kegiatan-kegiatan tersebut saling terkait untuk mencapai tujuan organisasi.

- Manajemen sebagai suatu proses (*management as a process*) adalah serangkaian tahap kegiatan yang diarahkan pada pencapaian suatu tujuan dengan pemanfaatan semaksimal mungkin sumber-sumber yang tersedia.
- Manajemen sebagai kumpulan orang (*management as people/group of people*) adalah suatu istilah yang dipakai dalam arti kolektif untuk menunjukkan jabatan kepemimpinan di dalam organisasi antara lain kelompok pimpinan atas, kelompok pimpinan tengah, dan kelompok pimpinan bawah. (Kamarwan, 1998)

Dapat disimpulkan bahwa manajemen adalah kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Untuk itu, tujuan perlu ditetapkan terlebih dahulu, sebelum melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, manajemen berfungsi untuk melaksanakan semua kegiatan yang diperlukan dalam pencapaian tujuan dengan batas-batas tertentu.

Dari beberapa sumber, terkumpul definisi-definisi dari beberapa ahli manajemen, berikut ini.

1. Kooentz & Donnel (Principal of Management)

Kooentz & Donnel berpendapat bahwa manajemen menghubungkan pencapaian sesuatu melalui atau dengan orang-orang. Dalam hal ini arti manajemen dititikberatkan pada usaha pemanfaatan orang-orang dalam mencapai tujuan. Agar tujuan dapat tercapai, maka orang-orang tersebut harus mempunyai tugas, tanggung jawab dan wewenang yang jelas (*job description*).

2. Peterson & Plowman (Business Organization and Management)

Peterson dan Plowman mengemukakan bahwa, manajemen dapat diberi definisi sebagai suatu teknik/cara dalam arti, dengan teknik/cara tersebut, maksud dan tujuan dari sekelompok manusia tertentu dapat ditetapkan, diklasifikasikan dan dilaksanakan. Manajemen dalam pengertian ini menekankan kepada teknik/cara tertentu dalam rangka usaha pencapaian suatu tujuan.

3. John F. Mee (Department of Management)

John F. Mee membuat definisi yang lebih luas mengenai manajemen. John mengemukakan bahwa manajemen adalah suatu seni keahlian untuk memperoleh hasil maksimal dengan usaha minimal dalam rangka mencapai kesejahteraan dan kebahagiaan baik bagi pimpinan maupun para pekerja, serta memberikan pelayanan sebaik mungkin kepada masyarakat. Pengertian manajemen dalam definisi ini telah dimasukkan tinjauan dari segi ekonomis, dalam rangka memberikan pelayanan optimal kepada masyarakat.

4. Kimball & Kimball Jr. (Principles of Industrial Organization)

Kedua ahli ini mengemukakan bahwa manajemen mencakup semua tugas dan fungsi yang berkaitan dengan pembentukan perusahaan termasuk pembiayaan dan penetapan pokok-pokok kebijaksanaan, perlengkapan semua peralatan yang diperlukan dan penyusunan kerangka umum dari organisasi serta pemilihan pejabat teras/inti. Manajemen dalam pengertian ini dihubungkan dengan proses pembentukan sebuah perusahaan/industri secara menyeluruh.

5. Terry (Principles of Management)

Berpendapat bahwa manajemen adalah suatu proses yang terdiri dari perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), dan pengawasan (*controlling*) yang memanfaatkan ilmu pengetahuan (*science*) dan seni (*art*), untuk

mencapai tujuan/sasaran yang telah ditetapkan. Dalam definisi ini, arti manajemen mencakup urutan kegiatan yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tertentu.

6. Stoner (Management)

Stoner berpendapat bahwa manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan terhadap usaha-usaha para anggota organisasi dengan menggunakan sumber daya organisasi lainnya, agar mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan.

7. Follet

Follet berpendapat bahwa manajemen adalah seni dalam menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain.

8. Siregar dkk. (Manajemen)

Siregar dkk. berpendapat bahwa manajemen adalah proses untuk memanfaatkan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya untuk mencapai tujuan tertentu.

9. Fayol

Fayol berpendapat bahwa manajemen adalah fungsi-fungsi untuk menerencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan.

Dari berbagai definisi tersebut di atas, terlihat bahwa manajemen dapat didefinisikan sebagai suatu metode atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang dituangkan dalam fungsi-fungsi perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*).

B. Klasifikasi Manajemen

Manajemen dalam suatu organisasi atau perusahaan diklasifikasikan sesuai dengan tingkatannya, kemampuannya, dan strateginya (Kamarwan, 1998). Pengklasifikasian dalam manajemen tersebut lebih jelas adalah sebagai berikut.

1. Tingkatan Manajemen

Manajemen dalam suatu perusahaan biasanya dibagi menjadi tiga tingkatan manajemen. Ketiga tingkatan tersebut dijelaskan pada uraian berikut.

a. Manajemen Puncak (*Higher Management*)

Manajemen puncak, yaitu kegiatan manajemen yang berhubungan dengan manajemen organisasi secara menyeluruh. Manajernya merupakan manajer teratas (*top manager*) yang bertugas dan bertanggung jawab atas keseluruhan organisasi.

b. Manajemen Menengah (*Middle Management*)

Manajemen menengah, yaitu kegiatan manajemen yang berhubungan dengan manajemen pada bagian yang menjadi tanggung jawabnya. Manajernya merupakan manajer menengah yang mengkoordinasi dan membawahi beberapa seksi level menengah/fungsional pada struktur organisasi perusahaan.

c. Manajemen Tingkat Bawah (*Lower Management*)

Manajemen tingkat bawah, yaitu kegiatan manajemen yang berhubungan dengan tingkatan operasional dan berhubungan langsung dengan tenaga-tenaga operasional. Manajer pada tingkatan ini berada pada level bawah pada struktur organisasi perusahaan.

2. Kemampuan Manajemen

Seorang manajer dituntut memiliki kemampuan mengatur yang sesuai dengan posisinya, untuk itu kemampuan manajemen tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu *conceptual skill*, *human skill*, *technical skill*.

a. *Conceptual Skill* (Kemampuan Mengonsepan)

Conceptual Skill merupakan kemampuan untuk melihat suatu organisasi secara menyeluruh, termasuk kemampuan dalam perencanaan, menganalisis, dan mengidentifikasi masalah sesuai

dengan keadaan, kondisi, situasi yang ada, juga menentukan variabel dan faktor-faktornya, serta menentukan solusi dan persoalan-persoalan organisasi secara strategis.

b. Human Skill (Kemampuan Berhubungan dengan Peserta Lain)

Human skill merupakan kemampuan berkomunikasi dengan orang lain, sehingga tercipta suasana yang harmonis di antara pihak-pihak yang berkaitan demi mendukung pencapaian tujuan perusahaan. Manajer di tingkat ini juga harus dapat memberi instruksi, mengkoordinasi dan memberi motivasi serta menumbuhkan kepercayaan tim.

c. Technical Skill (Kemampuan Teknik)

Technical Skill merupakan kemampuan yang bersifat operasional untuk melakukan kegiatan bersifat teknis yang berkaitan dengan prosedur, proses, teknik dan peralatan.

Hubungan tingkatan manajemen dengan kemampuan yang harus dimiliki seorang manajer mempunyai porsi yang berbeda pada setiap tingkatan manajemen atau tingkat manajer, seperti gambar di bawah ini:

Kemampuan yang dimiliki	Tingkatan Manajemen
C	Manajemen Puncak
B	Manajemen Menengah
A	Manajemen Bawah

Keterangan : A = Technical Skill ; B = Human Skill ; C = Conceptual Skill

Gambar 2.1 Hubungan tingkat manajemen dan kemampuan manajemen

Dapat dijelaskan dari gambar di atas bahwa *human skill* dibutuhkan pada semua tingkatan manajemen dengan porsi yang hampir sama, sementara *Conceptual skill* lebih dominan pada level manajer puncak, sedangkan *technical skill* lebih dominan pada level manajer bawah.

3. Strategi Manajemen

Dalam melaksanakan analisis strategi bisnis suatu perusahaan dengan menggunakan model strategi manajemen perlu ditinjau aspek-aspek, antara lain sebagai berikut. (Kamarwan, 1998):

- Misi perusahaan (*company mission*).
- Profil perusahaan (*company profile*).
- Tujuan jangka panjang (*long-term objective*).
- Kebijakan dasar (*grand strategy*).
- Strategi operasional (*operational strategy*).

Hal-hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Misi Perusahaan

Misi atau tugas yang diemban suatu perusahaan memiliki ciri yang berbeda dari satu perusahaan dengan perusahaan yang lain. Misi menunjukkan:

- luas jangkauan operasi suatu perusahaan;
- jenis produk yang dihasilkan;
- pasar yang hendak dituju;
- teknologi yang digunakan.

Suatu misi memerlukan beberapa unsur untuk dirumuskan, antara lain:

- tingkat kepercayaan akan mencapai *Break Event Point* dari barang/jasa yang dihasilkan;
- tingkat kepuasan konsumen terhadap barang/jasa yang dihasilkan;
- tingkat teknologi yang digunakan pada kualitas serta harga tertentu;
- tingkat pengembangan kemampuan sumber daya manusia dalam perusahaan;
- tingkat kepercayaan terhadap filosofi usaha yang dipilih;
- tingkat kepercayaan terhadap konsep orisinal yang dimiliki.

b. Profil Perusahaan

Profil perusahaan dianalisis menggunakan “*SWOT analysis*” dengan rincian sebagai berikut.

1. Kekuatan (*strength*)

Kekuatan merupakan bagian dari kondisi lingkungan internal perusahaan yang memberikan kekuatan bagi perusahaan seperti sumber daya manusia, teknologi, aset, pangsa pasar yang dimiliki.

2. Kelemahan (*weakness*)

Kelemahan juga merupakan bagian dari kondisi lingkungan internal. Kelemahan bagi perusahaan, antara lain seperti adanya pesaing dan inefisiensi penggunaan sumber daya.

3. *Opportunity*

Opportunity merupakan kondisi eksternal yang berdampak ke perusahaan, seperti kebijakan politik, ekonomi, dan juga diversifikasi usaha.

4. *Threat*

Threat juga merupakan kondisi eksternal di mana terjadi deregulasi yang selalu berubah di luar kontrol perusahaan, persaingan yang tajam dari keputusan strategis bersaing, atau munculnya produk substitusi baru.

c. Tujuan Jangka Panjang

Tujuan jangka panjang perusahaan merupakan sasaran perusahaan di dalam menjalankan usahanya, dapat meliputi profitabilitas, produktivitas, dan posisi dalam persaingan.

d. Kebijakan Dasar

Kebijakan dasar perusahaan umumnya direncanakan secara komprehensif agar mencapai tujuan jangka panjang dalam lingkungan dinamis.

e. Strategi Operasional

Strategi operasional terdiri atas tiga peranti operasional, yaitu strategi jangka pendek, strategi fungsional, dan strategi kebijakan, yang berupa:

- tuntutan dari tujuan jangka panjang dalam periode tahunan dengan memakai ukuran efektivitas (ROI, ROA, stock price, market share, dan lain-lain);
- strategi jangka pendek di dalam fungsi perusahaan agar tujuan jangka pendek dapat tercapai (accounting, R&D, produksi, pemasaran, dan lain-lain);
- strategi kebijakan umumnya dituangkan di dalam petunjuk pelaksanaan, yang menyangkut pemikiran, pengambilan keputusan dan yang harus diambil dalam organisasi.

C. Fungsi Manajemen

Seperti telah diuraikan sebelumnya, definisi manajemen adalah suatu metode atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang dituangkan dalam fungsi-fungsi manajemen.

Fungsi-fungsi manajemen dikemukakan oleh beberapa ahli ilmu manajemen yang pada dasarnya memiliki kesamaan, yaitu sebagai berikut:

1. Louis Allen : *Planning, Organizing, Leading, Controlling* (POLC).
2. Harold Koontz: *Planning, Organizing, Staffing, Directing, Leading, Controlling* (POSDLC).
3. Luther Gulick: *Planning, Organizing, Staffing, Directing, Coordinating, Reporting, Budgeting* (POSDiCorB).
4. George R. Terry: *Planning, Organizing, Actuating, Controlling* (POAC).

Perlu diingat fungsi-fungsi manajemen di dalam unsur manajemen merupakan perangkat lunaknya (prosedur operasi), manajer merupakan perangkat SDM (*brainware*) serta organisasi

berikut perangkat pendukungnya merupakan perangkat kerasnya. Lebih lanjut akan diuraikan fungsi-fungsi manajemen menurut George R. Terry.

1. **Planning/Perencanaan**

Planning/Perencanaan merupakan suatu tindakan pengambilan keputusan data, informasi, asumsi atau fakta kegiatan yang dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang. Bentuk tindakan tersebut antara lain:

- a. menetapkan tujuan dan sasaran usaha;
- b. menyusun rencana induk jangka panjang dan pendek;
- c. menyumbang strategi dan prosedur operasi;
- d. menyiapkan pendanaan serta standar kualitas yang diharapkan.

Manfaat dari fungsi perencanaan di atas adalah sebagai alat pengawas maupun pengendalian kegiatan, atau pedoman pelaksanaan kegiatan, serta sarana untuk memilih dan menetapkan kegiatan yang diperlukan.

PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) membuat area ilmu manajemen bagi perencanaan yaitu:

- a. perencanaan lingkup proyek;
- b. perencanaan mutu;
- c. perencanaan waktu dan penyusunan;
- d. perencanaan biaya;
- e. perencanaan SDM.

Kelima hal tersebut dapat diuraikan lebih jelas sebagai berikut.

a. **Perencanaan Lingkup Proyek**

Perencanaan lingkup proyek merupakan suatu proses penggambaran proyek dan batas-batasnya secara tertulis. Misalnya, untuk proyek konstruksi, perencanaan lingkup proyek didapat dari tahap awal siklus proyek yang mencakup studi kelayakan, terutama yang mencakup biaya dan manfaat proyek, jadwal serta mutu, agar diperoleh alternatif lingkup yang terbaik.

b. **Perencanaan Mutu**

Perencanaan mutu proyek merupakan proses penentuan standar dan kriteria mutu yang akan dipakai oleh proyek, serta usaha untuk dapat memenuhinya. Ketentuan standar mutu akan besar pengaruhnya terhadap biaya proyek terutama pada waktu desain engineering, seleksi peralatan, dan material.

c. **Perencanaan Waktu**

Perencanaan waktu meliputi hal-hal mengenai penyelesaian proyek yang tepat waktu yang ditetapkan. Perencanaan ini memberikan masukan kepada perencanaan sumber daya agar sumber daya tersebut siap pada waktu diperlukan.

d. **Perencanaan Biaya**

Perencanaan biaya merupakan rangkaian langkah untuk perkiraan besarnya biaya dari sumber daya yang diperlukan oleh proyek. Langkah-langkah tersebut termasuk juga mempertimbangkan berbagai alternatif yang mungkin dalam mendapatkan biaya yang paling ekonomis bagi kinerja atau material. Hal ini menyebabkan perencanaan biaya baru dapat diselesaikan bila telah tersedia perencanaan keperluan sumber daya.

e. **Perencanaan Sumber Daya**

Perencanaan sumber daya proyek dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu perencanaan sumber daya manusia (SDM) yang meliputi rancangan organisasi, pengisian personeil untuk kantor pusat, mobilisasi dan pelatihan tenaga kerja untuk lapangan, serta sumber daya non manusia yang meliputi pengadaan material, peralatan yang akan menjadi bagian permanen proyek serta peralatan konstruksi. (PMBOK).

2. **Pengorganisasian/Organizing**

Pengorganisasian adalah suatu tindakan mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-

masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu. Tindakan tersebut antara lain berupa:

- a. membagi pekerjaan ke dalam tugas operasional;
- b. menggabungkan jabatan ke dalam unit yang terkait;
- c. memilih dan menempatkan orang-orang pada pekerjaan yang sesuai;
- d. menyesuaikan wewenang dan tanggung jawab masing-masing personel.

Manfaat dari fungsi organisasi merupakan pedoman pelaksanaan fungsi, pembagian tugas serta hubungan tanggung jawab serta delegasi kewenangannya terlihat jelas.

Organisasi yang dibentuk akan berhasil jika setiap anggota mampu bekerja sama dengan tujuan mencapai tujuan bersama. Proses pembentukan organisasi atau siklus hidup organisasi pada umumnya mengikuti tahap-tahap sebagai berikut (Ravianto, 2002).

- a. *Prestage*, bahwa setiap individu memiliki tujuan dan ketertarikan yang berbeda-beda. Keinginan ini sering dituangkan dalam visi dan misi.
- b. *Forming*, tahap pertama, berupa pengamatan antara sesama anggota organisasi dengan anggapan bahwa setiap anggota adalah bagian dari grup.
- c. *Storming*, merupakan tahap kedua. Pada tahap ini setiap anggota dengan berbagai ketertarikan, mulai melakukan pengelompokan.
- d. *Norming*, adalah tahap ketiga yang memberikan sebuah aturan main yang disebut regulasi. Tujuannya untuk membawa grup tetap berfokus pada tujuan grup, bukan individu.
- e. *Performing*, merupakan tahap keempat. Pada tahap ini, grup sudah berfungsi dan mengarah pada tujuan grup. Masing-masing anggota melaksanakan tugas sesuai perannya. Ukuran kinerja dapat dilihat dan dievaluasi setiap saat.
- e. *Adjourning*, adalah tahap akhir setelah tujuan tercapai, masing-masing anggotanya mulai berhenti memainkan fungsi dan perannya.

3. Actuating/Pelaksanaan

Dari keseluruhan proses manajemen, fungsi pelaksanaan adalah yang terpenting di antara fungsi lainnya, karena fungsi ini ditekankan pada hubungan dan kegiatan langsung para anggota organisasi, sementara perencanaan dan pengorganisasian lebih bersifat abstrak atau tidak langsung. George R. Terry menguraikan bahwa pelaksanaan adalah upaya untuk menggerakkan anggota organisasi sesuai dengan keinginan dan usaha mereka untuk mencapai tujuan perusahaan serta anggota di organisasi karena setiap anggota pasti juga memiliki tujuan pribadi.

Tindakan yang dilakukan dalam fungsi *actuating* antara lain:

- a. mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan;
- b. berkomunikasi secara efektif;
- c. mendistribusikan tugas, wewenang dan tanggung jawab;
- d. memberikan pengarahan, penugasan dan motivasi;
- e. berusaha memperbaiki pengarahan sesuai petunjuk pengawasan.

Manfaat dari fungsi pelaksanaan ini adalah terciptanya keseimbangan tugas, hak dan kewajiban masing-masing bagian dalam organisasi, dan mendorong tercapainya efisiensi serta kebersamaan dalam bekerja sama untuk tujuan bersama. Selain itu, karyawan menjadi termotivasi jika merasa percaya diri dapat melakukan pekerjaan tersebut, yakin bahwa pekerjaan tersebut akan menambah nilai diri mereka, dan hubungan antara sesama karyawan menjadi harmonis dalam organisasi.

4. Controlling/Pengendalian

Pengendalian manajemen merupakan usaha yang tersistematis dari perusahaan untuk mencapai tujuannya dengan cara membandingkan prestasi kerja dengan rencana dan membuat tindakan yang tepat untuk mengoreksi perbedaan yang penting.

Pengendalian merupakan tindakan pengukuran kualitas dan evaluasi kinerja. Tindakan ini juga diikuti dengan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi, khususnya di luar batas-batas toleransi. Tindakan tersebut meliputi, antara lain:

- a. mengukur kualitas hasil;
- b. membandingkan hasil terhadap standar kualitas;
- c. mengevaluasi penyimpangan yang terjadi;
- d. memberikan saran-saran perbaikan;
- e. menyusun laporan kegiatan.

Manfaat dari fungsi pengendalian adalah memperkecil kemungkinan kesalahan yang terjadi dari segi kualitas, kuantitas, biaya maupun waktu.

Dalam proyek konstruksi, pengendalian diperlukan untuk menjaga agar pelaksanaan tidak menyimpang dari perencanaan. Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar-benar diinspeksi dan dicek oleh pengawas lapangan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi atau belum. Misalnya, pengangkutan bahan harus diatur dengan baik dan bahan-bahan yang dipesan harus diuji terlebih dahulu di masing-masing pabriknya. Jika pengendalian dilaksanakan dengan baik, maka keterlambatan jadwal dan pembengkakan biaya proyek dapat dihindari. Pengendalian jadwal dan biaya merupakan bagian dari divisi manajemen proyek yang mencakup pemantauan kemajuan pekerjaan, reduksi biaya, optimasi, model, dan analisis.

Di samping pengendalian terhadap waktu dan biaya, pengendalian mutu fisik konstruksi juga harus dijalankan. Divisi pengendalian mutu fisik konstruksi terpisah dengan divisi pengendalian jadwal dan biaya. Pengendalian terhadap mutu fisik konstruksi dilakukan secara tersendiri oleh pengawas teknik melalui gambar-gambar rencana dan spesifikasi teknik.

D. Soal/Latihan

1. Jelaskan dengan lengkap pengertian-pengertian manajemen!
2. Apakah yang dimaksud dengan manajemen oleh John F. Mee?
3. Gambarkan kemampuan manajerial sesuai tingkatannya dan jelaskan!

4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan analisis SWOT! Berikan contoh sederhana
5. Jelaskan unsur-unsur yang termasuk dalam operasional perencanaan proyek!
6. Jelaskan proses perencanaan yang berhubungan dengan siklus proyek!
7. Jelaskan fungsi pengendalian dalam pelaksanaan proyek konstruksi!

E. Ringkasan

1. Manajemen diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Berdasarkan para ahli disimpulkan bahwa manajemen dapat didefinisikan dari beberapa aspek. Meskipun demikian, pengertian manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode/teknik atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien.
2. Pengklasifikasian manajemen dibagi menjadi tingkatan manajemen, kemampuan manajemen, dan strategi manajemen.
3. Manajemen memiliki fungsi-fungsi sebagai fungsi.
 - a. Perencanaan, yaitu tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data/informasi, asumsi maupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang
 - b. Pengorganisasian, yaitu tindakan guna mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu.
 - c. Pelaksanaan, menggerakkan orang yang tergabung dalam organisasi agar melakukan kegiatan yang telah ditetapkan di dalam planning

- d. Pengendalian, yaitu usaha yang tersistematis dari perusahaan untuk mencapai tujuannya dengan cara membandingkan prestasi kerja dengan rencana dan membuat tindakan yang tepat untuk mengoreksi perbedaan yang penting.

ORGANISASI PROYEK KONSTRUKSI

Pada bab ini akan dibahas mengenai organisasi yang berlaku di proyek konstruksi. Untuk itu dibahas terlebih dulu mengenai tahapan proyek konstruksi yang akan melibatkan unsur-unsur yang terkait dalam pelaksanaan konstruksi. Setelah membaca bab ini, mahasiswa mampu:

1. menjelaskan tahapan-tahapan pada proyek konstruksi;
2. menyebutkan bentuk-bentuk organisasi dalam proyek konstruksi;
3. menerangkan hubungan kerja antara pihak-pihak terkait dalam proyek konstruksi

Media yang digunakan adalah *Power Point Slide*.

A. Tahapan Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang memiliki tujuan dan sasaran yang jelas, berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu.

Dari pengertian di atas terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah sebagai berikut.

1. Memiliki tujuan dan sasaran berupa suatu produk akhir.
2. Proyek memiliki sifat sementara, yaitu telah jelas titik awal mulai dan selesai.
3. Biaya, waktu, dan mutu dalam pencapaian tujuan dan sasaran tersebut telah ditentukan.
4. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung menyebabkan proyek memiliki sifat nonrepetitif, atau tidak berulang.

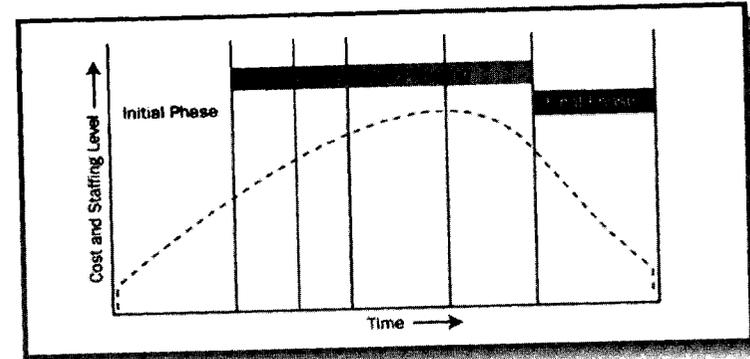
Proyek konstruksi merupakan proyek yang berkaitan dengan pembangunan suatu bangunan dan infrastruktur yang umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Selain itu, juga melibatkan bidang ilmu lainnya, seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, lanskap.

Tahapan proyek konstruksi dimulai sejak munculnya prakarsa pembangunan, yang selanjutnya ditindaklanjuti dengan survei dan seterusnya, hingga konstruksi benar-benar berdiri dan dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan fungsionalnya.

Suatu proyek dibagi menjadi beberapa tahapan untuk menjaga kesesuaian hubungan pada kegiatan operasional pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Hal tersebut terintegrasi menjadi suatu bentuk siklus kehidupan proyek yang mencakup:

- **What** – Teknik apa yang dilakukan.
- **When** – Kapan deliverables dicapai dan bagaimana ditinjau, divalidasi.
- **Who** – Siapa yang terlibat.
- **How** – Bagaimana mengontrol & menyetujui.

Grafik yang menggambarkan tahapan proyek tersebut dapat terlihat pada gambar-gambar berikut ini (PMBOK 3rd Ed.).



Gambar 3.1 Tahapan Proyek (Sumber : PMBOK)

Tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Tahap Awal.
2. Tahap Menengah.
3. Tahap Akhir.

Bagian-bagian kegiatan pada setiap tahap tersebut dijelaskan pada gambar berikut ini.

Inputs	Idea	Project Management Team		
Phases	INITIAL	INTERMEDIATE	FINAL	
Project Management Outputs	Charter	Plan	Acceptance	Approval
	Scope Statement	Baseline	Progress	Handover
Project Deliverable	Product			

Gambar 3.2 Kegiatan pada Tahapan Proyek

Tahap awal (*initial phase*) dimulai dari pembentukan ide, lingkup pekerjaan, tim manajemen proyek. Tahap menengah (*intermediate phase*) terdiri dari kegiatan perencanaan, acuan dasar, progres kegiatan, dan hasil. Sementara tahap akhir (*final phase*) melingkupi persetujuan dan penyerahterimaan proyek sebagai hasil akhir produk kepada pemilik atau penyandang dana.

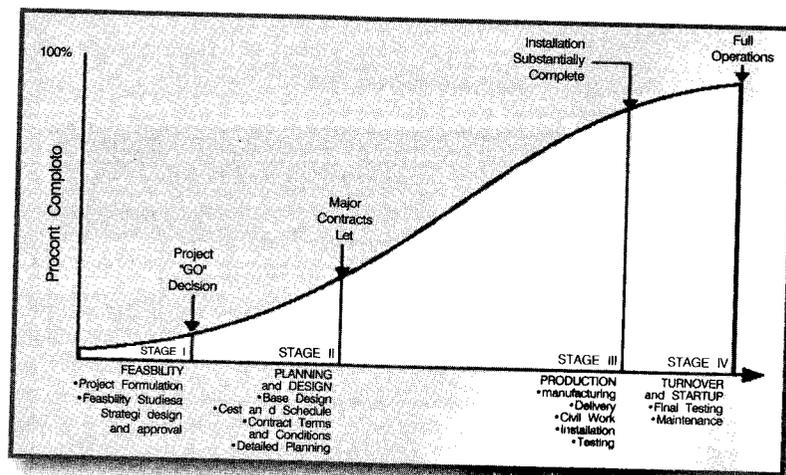
Dalam dunia konstruksi, tahapan yang terjadi dalam pembangunan proyeknya tidak jauh berbeda. Hanya pembagian tahapan yang biasanya disebut sebagai siklus hidup proyek konstruksi (*construction project life cycle*) dibuat menjadi lebih terperinci walaupun dasar dari tahapan proyek, yaitu tahap awal, menengah, dan akhir tetap dapat terlihat dalam siklus hidup tersebut.

Siklus hidup proyek konstruksi dapat digambarkan dengan Grafik 3.3.

Tahapan dalam proyek Konstruksi dibagi menjadi beberapa tahap.

1. Tahap Konseptual atau Tahap Kelayakan

Tahap ini merupakan tahap awal bagi pemilik proyek atau pemberi tugas.



Gambar 3.3 Siklus Hidup Proyek Konstruksi (Sumber: PMBOK)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini, antara lain:

- a. memformulasikan gagasan;

- b. studi kelayakan yang mencakup berbagai aspek termasuk biaya, risiko, dan poleksosbud;
- c. Pembuatan strategi perencanaan.

2. Tahap Perencanaan dan Desain

Tahap ini merupakan tahap kedua, tahap ini sudah melibatkan beberapa konsultan untuk membuat perencanaan bagi keberlanjutan proyek. Pada tahap ini dilakukan kegiatan-kegiatan, antara lain:

- a. desain dasar perencanaan proyek;
- b. perencanaan lebih jelas mengenai biaya dan penjadwalan proyek;
- c. penentuan syarat dan ketentuan kontrak serta pelaksanaan pelelangan.

3. Tahap Produksi/Pelaksanaan/Konstruksi

Tahap ini merupakan tahap ketiga, yaitu tahap pembangunan atau implementasi proyek konstruksi yang sudah melibatkan pelaksana atau kontraktor. Tahap ini berisikan kegiatan-kegiatan, yaitu antara lain:

- a. mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan tenaga kerja;
- b. pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan sipil;
- c. pengendalian dan pengujian-pengujian.

4. Tahap Serah Terima/Operasional

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam proyek konstruksi setelah pelaksanaan pembangunan terjadi. Pada tahap ini dilakukan, antara lain:

- a. serah terima proyek;
- b. perawatan bangunan hingga jangka waktu yang disepakati;
- c. operasional bangunan.

B. Tipe-Tipe Organisasi dalam Proyek Konstruksi

Definisi organisasi secara umum adalah pengaturan kegiatan-kegiatan dari beberapa individu di bawah satu koordinasi yang

berfungsi untuk pencapaian satu tujuan. Organisasi juga dapat diartikan sebagai tindakan guna mempersatukan dan mengatur sumber-sumber daya yang mencakup tenaga kerja serta material yang terbentuk dalam kumpulan kegiatan manusia yang memiliki tugas masing-masing, dan saling berhubungan satu sama lain. Semakin banyak individu atau kelompok yang terlibat, maka makin kompleks bentuk organisasi yang terbentuk.

Bentuk-bentuk organisasi proyek pada umumnya menurut PMBOK adalah sebagai berikut.

1. Organisasi Fungsional.
2. Organisasi Proyek Murni.
3. Organisasi Matrik.

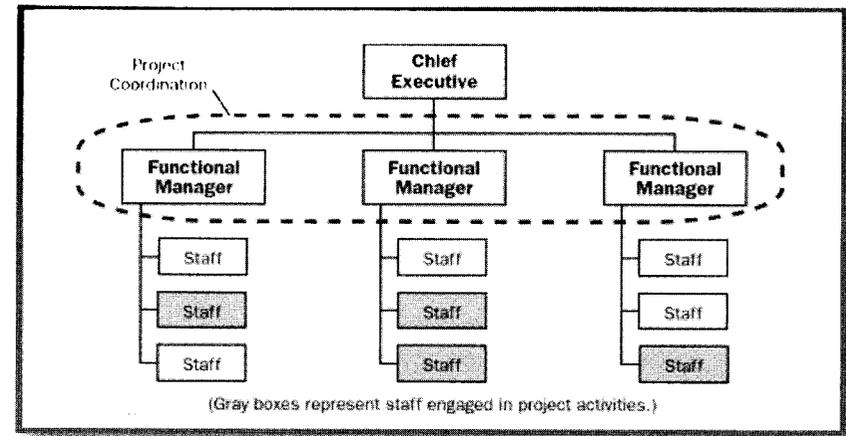
Ketiga bentuk organisasi proyek tersebut di atas dapat dijelaskan lebih jauh sebagai berikut.

1. Organisasi Fungsional

Organisasi fungsional merupakan organisasi klasik yang setiap staf/tenaga kerjanya memiliki satu atasan. Anggota staf dikelompokkan dalam spesialisasi, seperti bagian produksi, pemasaran, teknik, akunting, dan setiap staf memiliki wewenang dan tanggung jawab yang jelas. Menurut Iman Soeharto (1997), organisasi fungsional memiliki keuntungan dalam kemudahan pengawasan dan penyeliaan karena setiap anggota/staf hanya melapor ke satu pimpinan. Di samping itu, setiap staf memiliki kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan keahliannya karena konsentrasi staf yang terpusat pada bidang keahliannya. Organisasi jenis ini juga memudahkan dalam pengendalian kinerja staf.

Di sisi lain, kesulitan yang dihadapi pada bentuk organisasi ini antara lain adalah adanya kecenderungan mengutamakan kinerja dan keluaran hanya pada masing-masing bidang sehingga mengurangi perhatian terhadap sasaran/tujuan proyek secara keseluruhan. Kerugian lain adalah, jika organisasi cukup besar, dapat terjadi distorsi informasi yang disebabkan oleh makin panjangnya rantai pengambilan keputusan.

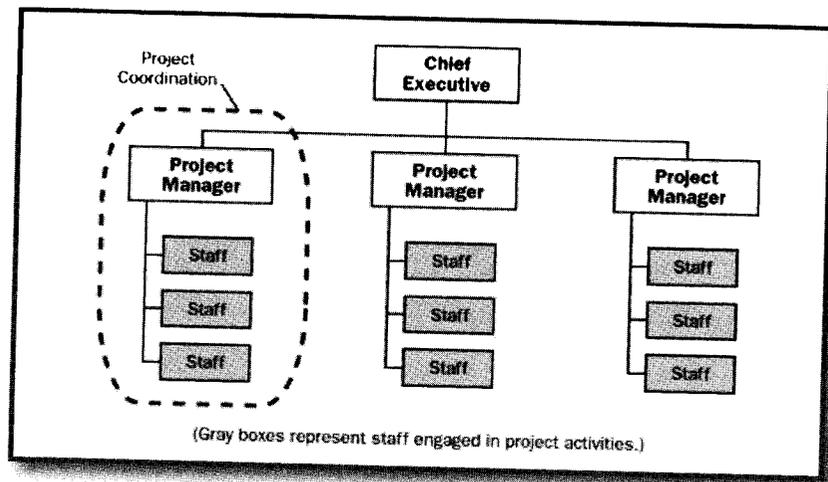
Bentuk organisasi fungsional dapat terlihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Organisasi Fungsional (Sumber: PMBOK)

2. Organisasi Proyek (Projectized Organization)

Pada bentuk organisasi ini, terdapat beberapa manajer proyek yang membawahi staf-staf dan merupakan satu koordinasi. Sebagian besar sumber daya organisasi terserap pada pekerjaan proyek dan manajer proyek memiliki kekuasaan penuh dalam pengambilan keputusan. Jenis organisasi ini sering juga memiliki unit-unit kecil organisasi yang disebut departemen, tetapi kelompok unit ini tetap memberikan laporan langsung ke proyek manajer. Bentuk organisasi proyek ini dilihat pada Gambar 3.5.

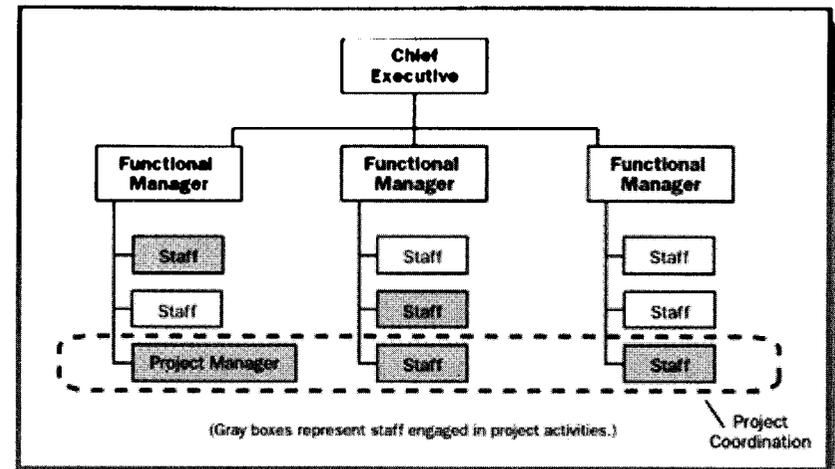


Gambar 3.5 Organisasi Proyek Murni (Sumber : PMBOK)

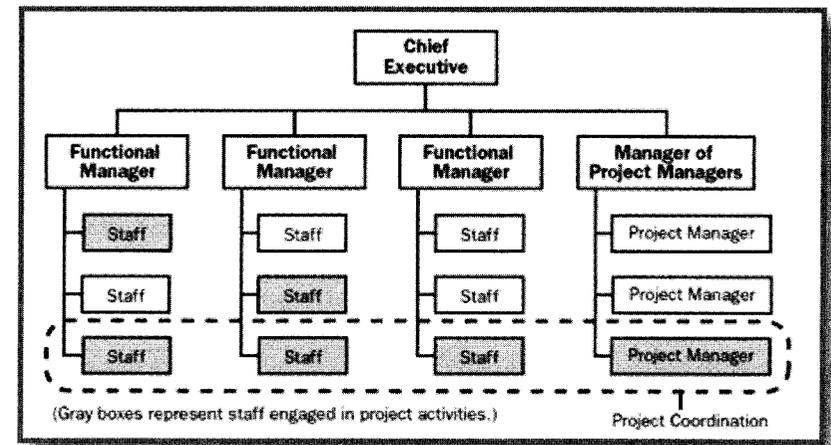
3. Organisasi Matrik

Organisasi matrik merupakan bentukan baru dari organisasi fungsional dan organisasi proyek. Bentuk organisasi baru yang beranggotakan staf dari setiap fungsi yang ada disebut organisasi matrik lemah. Organisasi matrik lemah (Gambar 3.6) mengatur banyak karakteristik dari organisasi fungsional dan manajer proyek lebih bersifat sebagai koordinator daripada sebagai manajer. Bentuk baru ini nantinya akan menjadi sebuah tim proyek yang ditugaskan untuk mengelola proyek konstruksi di lapangan. Kelemahan bentuk organisasi ini adalah tim yang dibentuk semuanya memiliki kualifikasi staff bukan manajer sehingga kemampuan manajerialnya sangat terbatas.

Sebagai kebalikan dari organisasi matrik lemah, maka organisasi matrik kuat memiliki banyak karakteristik dari organisasi proyek dan dapat memiliki manajer proyek secara penuh dengan otoritas yang dapat dipertimbangkan dan juga memiliki staf administrasi proyek sendiri. Bentuk organisasi matrik kuat dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Organisasi Matrik Lemah (Sumber: PMBOK)



Gambar 3.7 Organisasi Matrik Kuat (Sumber: PMBOK)

Pada proyek konstruksi, khususnya, bentuk organisasi dikaitkan dengan jenis kontrak yang berlaku pada pelaksanaan proyek antara pemberi tugas dengan pemberi jasa konstruksi atau kontraktor. Pada hakikatnya bentuk-bentuk organisasi proyek konstruksi ini dikelompokkan menjadi empat jenis (Barrie, dkk. 1995), yaitu berikut.

1. Organisasi Tradisional (*traditional/classical organization*).
2. Organisasi Pembangun-Pemilik.

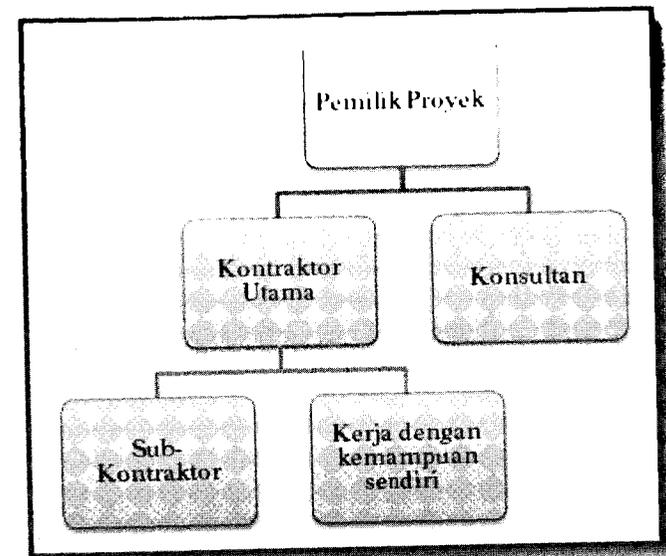
3. Organisasi Proyek putar kunci (*turnkey project*).
4. Organisasi Manajemen Konstruksi.

1. Organisasi Tradisional

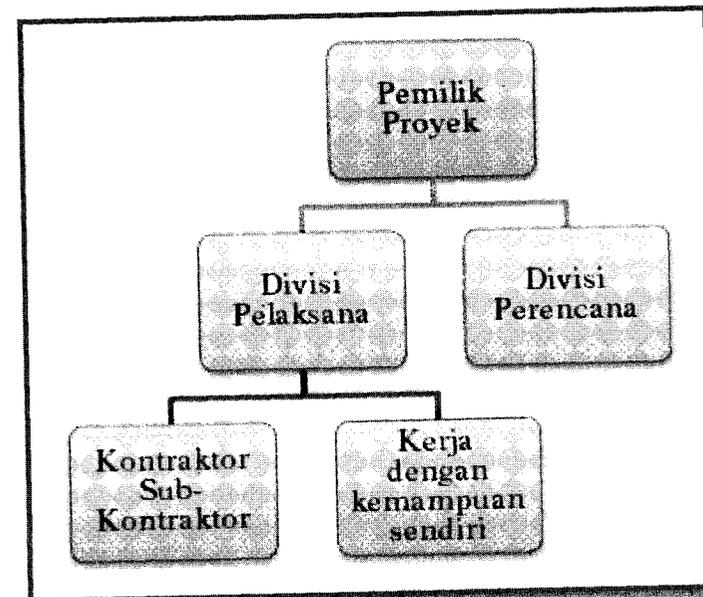
Dalam struktur organisasi ini pihak pemilik mempekerjakan seorang pendesain dengan tugas merancang rencana dan spesifikasi proyek. Tugas pemilik selanjutnya adalah memonitor dan mengawasi implementasi proyek. Pembangunan konstruksi dilakukan oleh kontraktor utama yang memberikan jasa kepada pemilik melalui kesepakatan kontrak. Beberapa pekerjaan konstruksi dapat dikerjakan oleh kontraktor-kontraktor lepas atau biasa disebut dengan subkontraktor. Hubungan antara subkontraktor dengan kontraktor utama terikat dalam suatu kontrak kerja, dan subkontraktor berada di bawah pengawasan kontraktor utama serta bertanggung jawab hanya kepada kontraktor utama. Jenis-jenis kontrak dalam struktur organisasi tradisional adalah harga tetap (*fixed cost*), harga satuan (*unit price*), maksimum bergaransi, kontrak biaya tambah-upah tetap (Barrie, 1995). Bentuk organisasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.

2. Organisasi Pembangun-Pemilik

Bentuk organisasi ini merupakan turunan dari organisasi tradisional. Dalam organisasi ini, pemilik bekerja dengan kemampuan sendiri, baik di bidang perencanaan atau desain maupun pelaksanaan konstruksinya sehingga tugas pemilik adalah sebagai desainer dan kontraktor. Meskipun pemilik juga bertindak sebagai kontraktor, beberapa pekerjaan konstruksi dapat diberikan kepada kontraktor/subkontraktor, dan biasanya jenis kontrak yang mengikat adalah harga tetap, harga satuan, atau kontrak tertentu yang dinegosiasikan. Bentuk organisasi dapat dilihat pada Gambar 3.9.



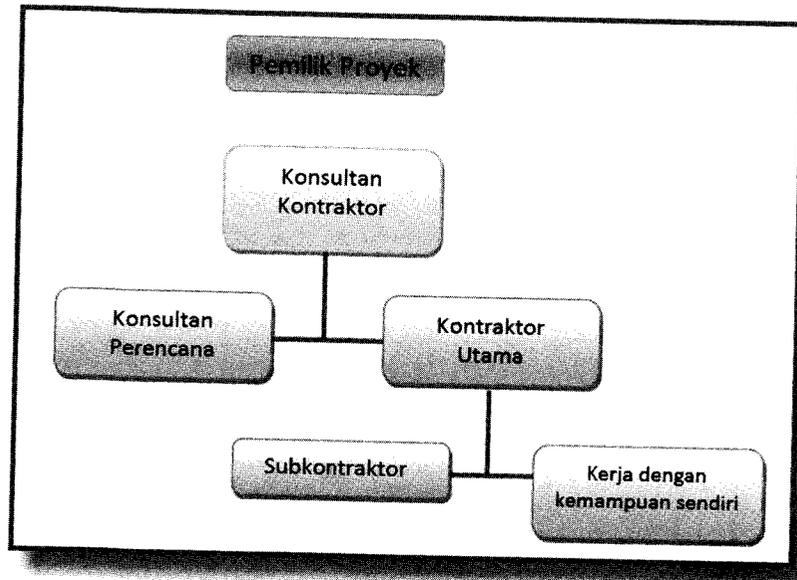
Gambar 3.8 Organisasi Proyek Tradisional



Gambar 3.9 Organisasi Pembangun-Pemilik

3. Organisasi Proyek Putar Kunci (*Turn-Key Project*)

Pada organisasi ini, kegiatan perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan pembangunan proyek dilakukan oleh satu perusahaan. Beberapa pekerjaan yang dilakukan oleh divisi kontraktor dapat dilakukan oleh subkontraktor-subkontraktor spesialis. Jenis kontrak yang digunakan pada organisasi ini adalah harga tetap, harga maksimum, atau putar kunci dengan biaya upah (Barry, 1995). Bentuk organisasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.10.

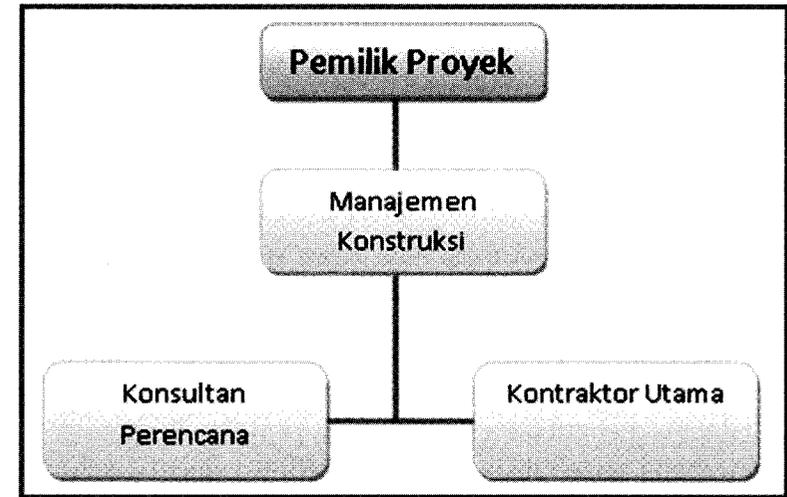


Gambar 3.10 Organisasi Proyek Putar Kunci (*Turnkey Project*)

4. Organisasi Manajemen Konstruksi

Organisasi ini merupakan bentuk organisasi yang mempersatukan tiga unsur dalam pembangunan suatu proyek, yaitu pemilik, konsultan, dan manajer konstruksi dalam suatu hubungan yang tidak saling bertentangan. Manajer konstruksi bertindak sebagai tangan kanan atau wakil dari pemilik. Keuntungan bentuk organisasi ini antara lain adalah keterampilan konstruksi yang khusus dapat dimanfaatkan pada semua tahap proyek tanpa menimbulkan perselisihan antara pemilik dan perancang proyek

serta adanya kesempatan bagi rekayasa nilai dalam tahap desain, penawaran, dan penunjukan pemenang kontraktor. Di sisi lain, kelemahan yang ditunjukkan pada struktur organisasi ini adalah keberhasilan proyek terutama ditentukan pada perencanaan dan penjadwalan bergantung pada keterampilan manajer konstruksi. (Barry, 1995). Bentuk organisasi ini dilihat pada Gambar 3.11.

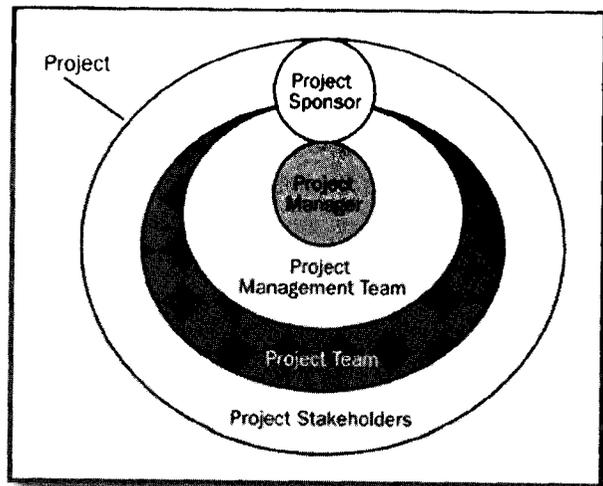


Gambar 3.11 Organisasi Manajemen Konstruksi

C. Hubungan Kerja dalam Proyek Konstruksi

Hubungan kerja dalam proyek konstruksi merupakan pengaitan antara siklus atau tahapan proyek dengan orang-orang atau instansi yang terlibat dalam proyek konstruksi. Orang-orang atau instansi yang terlibat disebut dengan Pemangku Kepentingan Proyek atau *Stake Holders* Proyek.

Pemangku Kepentingan ini adalah para individu dan organisasi yang secara aktif terlibat di dalam proyek atau terkena dampak dari pelaksanaan atau hasil proyek. *Stake holders* bisa berpengaruh positif maupun negatif terhadap proyek. Berikut diperlihatkan gambar hubungan di antara *stake holders*.



Gambar 3.12 Hubungan Kerja dalam Proyek Konstruksi (Sumber: PMBOK)

Ketika terlibat pada suatu proyek, Pemangku Kepentingan konstruksi memiliki tanggung jawab dan wewenang beragam yang dapat mengubah siklus hidup proyek. Tanggung jawab dan wewenang tersebut mencakup kontribusi dari tahapan survei dan pembicaraan awal di tahap konseptual, hingga sampai ke pendudukan proyek secara penuh, termasuk penyediaan biaya dan dukungan politik. Pemangku Kepentingan yang mengabaikan hal ini dapat mengganggu tujuan proyek.

Dalam hubungannya dengan tahapan atau siklus proyek, para pemangku kepentingan dapat digambarkan dalam matriks berikut sesuai dengan tugas masing-masing.

TAHAP KONSEPTUAL	TAHAP DESAIN	TAHAP IMPLEMENTASI
PEMILIK		
1. Formulasi gagasan 2. Evaluasi hasil studi kelayakan 3. Tujuan dasar 4. Indikasi lingkup kerja, jadwal, biaya, mutu 5. Pendanaan	1. Menentukan strategi 2. Menetapkan sasaran 3. Rencana sumber daya 4. Menyiapkan perangkat peserta (paket lelang, MIS, kontraktor, konsultan) 5. Mengkaji proposal 6. Negosiasi dan tanda tangan kontrak	1. Mengelola Implementasi fisik: monitoring, review laporan, koordinasi peserta, change order, inspeksi, dan tes. 2. Mengelola administrasi keuangan, terdiri dari: <i>administrasi kontrak, akuntansi kontrak, administrasi pinjaman, kontrol pembayaran, asset record, persiapan audit.</i>

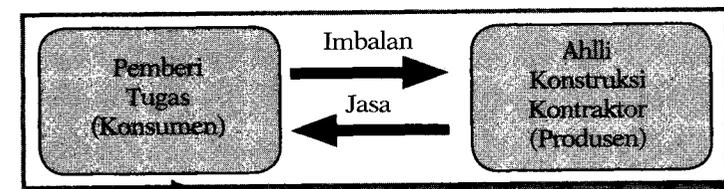
KONSULTAN		
1. Studi Kelayakan	1. AMDAL	1. Engineering
2. AMDAL	2. Arsitektur	2. Arsitektur
	3. Engineering	3. Inspeksi
	4. Pendanaan	4. dll.
	5. Rekayasa Nilai	
KONTRAKTOR		
	1. Membuat proposal 2. Negosiasi dan tanda tangan kontraktor	1. Mengelola/mengerjakan implementasi fisik: Mobilisasi sumber daya, perencanaan, pelaksanaan, controlling, pembelian, pabrikasi, konstruksi, tes, inspeksi, uji coba. 2. Administrasi kontrak dan keuangan.

Formulasi hubungan antara pelaksana dan pemberi tugas dalam industri konstruksi dari masa ke masa ternyata juga mengalami evolusi seiring dengan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, tahap demi tahap perkembangan evolusi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut (Dipohusodo, 1996).

1. Jasa Ahli Konstruksi

Pada masa-masa awal, pemilik atau pemberi tugas menyampaikan keinginan untuk membangun suatu proyek kepada kontraktor sebagai pemberi jasa yang bertugas mewujudkan gagasan pemilik. Hubungan antara pemilik dan kontraktor dituangkan dalam suatu bentuk kontrak di mana pemilik membayarkan sejumlah uang kepada kontraktor yang memberikan jasa pembangunan proyek.

Hubungan kerja antara Ahli Konstruksi dan Pemberi Tugas dapat dilihat pada gambar 3.13 berikut ini.



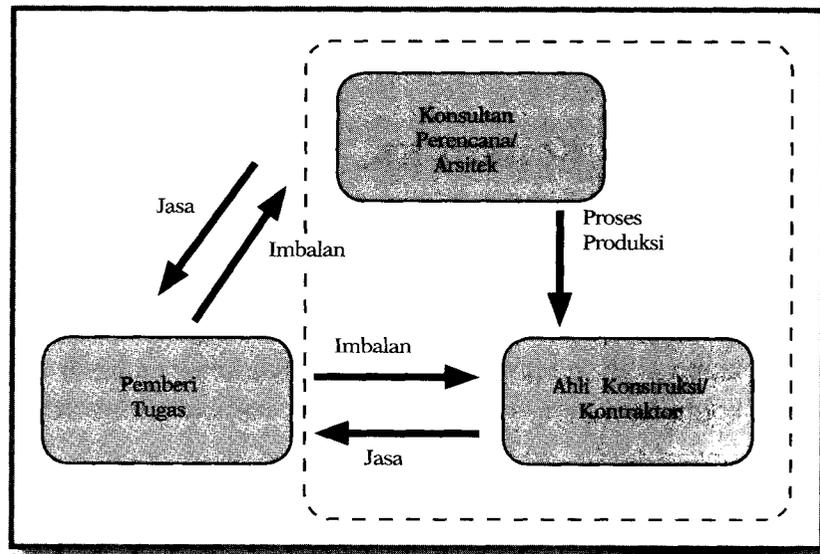
Gambar 3.13 Hubungan Kerja Ahli Konstruksi dengan Pemberi Tugas

2. Jasa Konsultan Perencana

Makin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terkadang menyebabkan terjadinya kesalahan-kesalahan yang disengaja maupun yang tidak, dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi oleh kontraktor. Untuk menghindari hal tersebut, maka dibutuhkan suatu badan yang berisi ahli-ahli dalam proses produksi konstruksi, yaitu Konsultan Perencana.

Konsultan Perencana diharapkan menghasilkan perencanaan rancangan bangunan dan estimasi biaya yang akurat dan tepercaya. Biaya yang dibutuhkan untuk konsultan perencana pada umumnya adalah sekitar 1,6% - 7% dari biaya total proyek. Lebih lanjut, Konsultan Perencana juga ditugasi untuk melakukan pengawasan jalannya pelaksanaan konstruksi.

Gambar 3.14 menjelaskan tentang hubungan Konsultan Perencana, Kontraktor, dan Pemberi Tugas.



Gambar 3.14 Hubungan Kerja Ahli Konstruksi, Konsultan Perencana, dan Pemberi Tugas

3. Jasa Konsultan Pengawas

Untuk menghindari terjadinya penyelewengan rencana selama berlangsungnya tahap konstruksi yang dapat mengakibatkan

kekacauan terhadap mutu dan hasil akhir proyek, maka dibutuhkan Konsultan Pengawas dalam proses produksi proyek konstruksi.

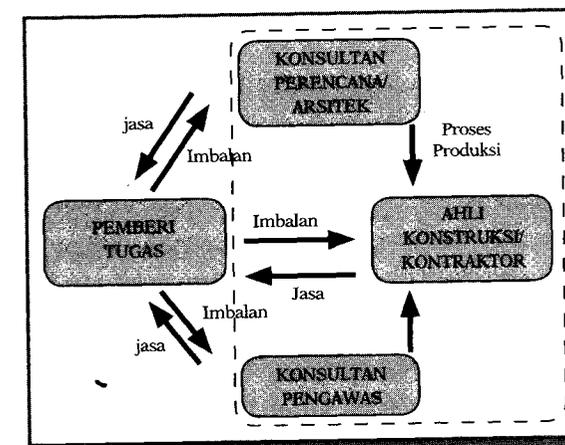
Tugas Konsultan Pengawas yang terutama adalah mengawasi pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan konstruksi dari segi kualitas, kuantitas, serta laju pencapaian volume (Dipohusodo, 1996)

Termasuk di dalamnya adalah:

- mengawasi metode pelaksanaan;
- mengoordinasikan perubahan-perubahan pekerjaan yang diperlukan;
- melakukan monitoring, dan pengukuran hasil pekerjaan. (Dipohusodo, 1996).

Kegiatan Konsultan Pengawas dipusatkan pada tahap pelaksanaan konstruksi dan tidak dilibatkan dalam proses perencanaan serta dituntut pula agar dapat memberikan masukan kepada pemilik apabila terjadi perubahan-perubahan ataupun penyimpangan pelaksanaan. Biaya tambahan yang dibutuhkan untuk membayar konsultan pengawas bagi proyek-proyek pemerintah biasanya dianggarkan 1% - 4% dari pembiayaan total.

Berikut adalah gambar hubungan kerja antara konsultan, kontraktor, dan pemberi tugas.



Gambar 3.15 Hubungan Kerja Konsultan Pengawas, Konsultan Perencana, Kontraktor dan Pemberi Tugas

4. Jasa Konsultan Manajemen Konstruksi

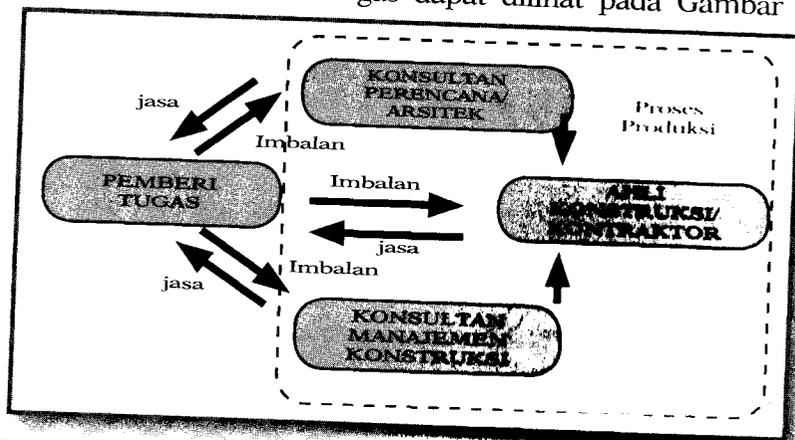
Pada proyek-proyek konstruksi yang lebih besar, yang melibatkan lebih dari satu konsultan dan kontraktor, maka terjadi saling ketergantungan yang membuat proses produksi konstruksi menjadi kompleks. Pengendalian yang dibutuhkan untuk menangani hal tersebut adalah dengan menyewa tenaga konsultan Manajemen Konstruksi.

Tugas Konsultan Manajemen Konstruksi adalah selaku pengendali dan koordinator dalam keseluruhan sistem produksi konstruksi, mulai dari tahap persiapan perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi berakhir. Dengan kata lain,

Konsultan Manajemen Konstruksi adalah lembaga yang memberikan jasa untuk bertanggung jawab atas pengelolaan proses konstruksi secara keseluruhannya sejak dari tahap penyusunan TOR Perencanaan hingga selesainya tahap pemeliharaan (Dipohusodo, 1996).

Guna melibatkan Konsultan Manajemen Konstruksi pada proyek-proyek pemerintah, dianggarkan biaya sekitar 1,3% - 5% dari pembiayaan total.

Hubungan kerja Konsultan Manajemen Konstruksi, Kontraktor, Konsultan, dan Pemberi Tugas dapat dilihat pada Gambar 3.16



Gambar 3.16 Hubungan Kerja Konsultan Pengawas, Konsultan Perencana, Kontraktor, Konsultan MK, dan Pemberi Tugas

5. Jasa Konsultan Value Engineering (VE)

Dalam suatu proses pekerjaan proyek, penghematan biaya tidak terlepas dalam pertimbangan utama. Sementara itu, teknologi yang berkembang menyebabkan perencanaan dapat membengkakkan biaya konstruksi dengan hal-hal yang mungkin tidak diperlukan dalam proses produksi proyek konstruksi. Hal ini menyebabkan apabila terhadap suatu perencanaan dilakukan evaluasi secara sistematis tanpa mengurangi fungsi dan kinerja teknisnya, maka dapat diharapkan hasil akhir yang lebih optimal.

Untuk itu, dibuatlah oleh para ahli suatu konsep yang dinamakan *Value Engineering/VE* (rekayasa nilai), yang pada dasarnya merupakan suatu program efisiensi dengan pendekatan sistematis.

Tujuan *Value Engineering* adalah mengurangi biaya proyek dengan cara meninjau pembiayaan-pembayaran yang tidak dibutuhkan berkaitan dengan masalah teknis yang teramati pada tahap pelaksanaan termasuk persiapannya tanpa mengurangi mutu, keandalan, serta fungsi proyek itu sendiri (Dipohusodo, 1996).

Sejatinya, aplikasi VE dilakukan pada tahap konsep perencanaan sehingga terjadi fleksibilitas yang maksimal untuk melakukan perubahan-perubahan rencana tanpa akibat yang merugikan. Hal inilah yang menyebabkan Pemberi Tugas melibatkan Konsultan VE dalam meninjau perencanaan yang dibuat.

Kegiatan VE dapat dilakukan oleh konsultan bersama-sama dengan kontraktor untuk mencari peluang kemungkinan penghematan biaya, karena kontraktor memiliki pengalaman luas serta menguasai aspek-aspek metode pelaksanaan yang tepat dan mampu mengenal bagian-bagian perencanaan yang dapat ditinjau ulang untuk upaya penghematan. Meskipun demikian, akan timbul dampak negatif karena penerapan VE semestinya berada pada tahap praperencanaan bukan pada tahap pascaperencanaan seperti yang dilakukan kontraktor jika terlibat. Sehingga upaya penghematan justru terkadang malah tak berguna.

5. Hubungan kerja dalam proyek konstruksi merupakan pengaitan antara siklus atau tahapan proyek dengan orang-orang atau instansi yang terlibat dalam proyek konstruksi. Orang-orang atau instansi yang terlibat disebut dengan Pemangku Kepentingan Proyek atau *Stake Holders* Proyek. Pemangku Kepentingan ini adalah para individu dan organisasi yang secara aktif terlibat di dalam proyek atau kepentingannya dapat terkena dampak dari pelaksanaan atau hasil proyek.
6. Formulasi hubungan antara pelaksana dan pemberi tugas dalam industri konstruksi dari masa ke masa ternyata juga mengalami evolusi seiring dengan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, tahap demi tahap perkembangan evolusi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.
- Ahli Konstruksi.
 - Ahli Konsultan Perencana.
 - Ahli Konsultan Pengawas.
 - Ahli Konsultan Manajemen Konstruksi.
 - Ahli Konsultan Value Engineering.

ACTIVITY ON ARROW

Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan penjadwalan dengan metode jaringan kerja *Activity on Arrow*. Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa mampu:

- menjelaskan pengertian metode jaringan kerja;
- menyebutkan cara membuat metode jaringan kerja *Activity on Arrow*;
- membuat penjadwalan dengan metode jaringan kerja *Activity on Arrow*;
- menyebutkan cara menghitung durasi proyek pada metode jaringan kerja *Activity on Arrow*;
- menghitung durasi proyek pada metode jaringan kerja *Activity on Arrow*;
- membuat lintasan kritis pada metode jaringan kerja *Activity on Arrow*.

Media yang digunakan adalah *Power Point Slide*.

A. Penjadwalan Metode Jaringan Kerja

Melaksanakan suatu proyek adalah proses mengubah masukan (*input*) yang berupa kegiatan dan sumber daya menjadi keluaran (*output*) seperti yang sudah ditentukan. Banyak terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan, pembiayaan yang melampaui batas anggaran, dan masalah lainnya yang timbul dalam pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, tim proyek harus dapat menyiapkan perencanaan *input* secara cukup terperinci sehingga seluruh kegiatan proyek dapat dijadwalkan, dianggarkan, dimonitor, dan dikendalikan dengan baik.

Seperti telah diuraikan pada Bab 1, tugas seorang manajer proyek yang paling penting adalah dapat mengaplikasikan sumber daya guna tujuan pembangunan sesuai dengan waktu dan biaya yang telah terencana. Dalam kaitannya dengan waktu, seorang manajer proyek harus dapat merencanakan waktu yang efektif dan efisien agar tidak terjadi keterlambatan dalam pelaksanaannya. Salah satu metode yang digunakan dalam membuat perencanaan waktu pada pelaksanaan proyek adalah diagram jaringan kerja atau *network planning*.

Metode jaringan kerja, menurut Istimawan Dipohusodo, merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Jaringan menunjukkan susunan logis antarkegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek, dan berguna dalam merencanakan urutan kegiatan yang saling tergantung dihubungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang diperlukan (Dipohusodo, 1996). Jaringan kerja ini nantinya akan sangat membantu dalam penentuan kegiatan-kegiatan kritis serta akibat keterlambatan dari suatu kegiatan terhadap waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Diagram yang terbentuk dari metode jaringan kerja menunjukkan hubungan preseden antarkegiatannya. Diagram ini membantu pengguna dalam mengerti alur kerja suatu proyek sehingga sangat berguna pada perencanaan dan pengendalian pada

penjadwalan. Metode ini juga membantu koordinasi pekerjaan penyediaan material, kontraktor, subkontraktor, pemberi tugas, dan perencana menjadi lebih mudah.

Untuk itu, dalam mempersiapkannya, manajer proyek dituntut untuk mendefinisikan dan merencanakan pekerjaan secara terperinci dari awal hingga akhir proyek dan mengidentifikasi masalah-masalah yang akan dihadapi.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja (Callahan 1992), yaitu:

1. menentukan Aktivitas/Kegiatan;
2. menentukan Durasi Aktivitas/Kegiatan;
3. mendeskripsikan Aktivitas/Kegiatan;
4. menentukan Hubungan yang Logis.

Kelima hal tersebut dapat dijelaskan lebih lanjut dalam uraian berikut ini.

1. Menentukan Aktivitas/Kegiatan

Langkah pertama dalam membuat penjadwalan waktu adalah memecah seluruh lingkup pekerjaan proyek menjadi kegiatan-kegiatan yang lebih kecil. Tujuannya adalah agar setiap pekerjaan dapat terkontrol dengan baik oleh manajer proyek sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat.

Besarnya setiap aktivitas berbeda-beda bergantung pada jenis pekerjaan yang terlibat dan pentingnya aktivitas tersebut bagi penyelesaian proyek. Yang harus diperhatikan, yaitu tidak ada aktivitas yang terlalu kecil sehingga terlihat tidak penting, atau terlalu besar sehingga sulit dikontrol.

Misalnya, kegiatan pekerjaan janganlah dibuat terlalu kecil, seperti aktivitas mengambil, memutar, dan memindahkan, tetapi juga tidak terlalu besar, seperti pekerjaan listrik, dan pekerjaan penyelesaian interior yang menyebabkan pekerjaan-pekerjaan tersebut sulit dikontrol. Aktivitas-aktivitas yang terlalu besar sebaiknya dipecah lagi menjadi aktivitas-aktivitas yang lebih kecil.

Besarnya setiap aktivitas juga ditentukan oleh bagaimana pembuat jadwal akan menggunakan jadwal tersebut. Misalnya, pengawasan harian pekerjaan lapangan akan membutuhkan aktivitas yang durasinya tidak lebih dari beberapa hari saja. Perkiraan waktu penyelesaian kegiatan atau menghitung progres pekerjaan mengindikasikan kegiatan-kegiatan dengan durasi yang lebih besar.

Besarnya aktivitas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, yaitu waktu atau saat aktivitas tersebut berjalan, hubungan aktivitas tersebut dengan aktivitas lain, dan kapan aktivitas tersebut akan dilakukan. Selain itu, desain suatu proyek juga dapat memengaruhi pemilihan aktivitas. Sebagai contoh: instalasi kolom dan balok baja sebaiknya dipisahkan penjadwalannya dari rangkanya.

Tak ada dua penjadwalan dari proyek yang sama akan persis sama. Hal ini terjadi karena dua orang pembuat jadwal tidak akan sama dalam memecah atau membagi-bagi aktivitas proyek. Para pembuat jadwal proyek mampu memecah-mecah aktivitas-aktivitas yang terlibat dalam proyek berdasarkan latar belakang mereka, pengalaman, dan pengetahuan bagaimana jadwal tersebut nantinya akan digunakan.

2. Menentukan Durasi Aktivitas/Kegiatan

Setiap aktivitas dikenai durasi. Durasi adalah jumlah waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan satu aktivitas. Durasi ini dapat ditampilkan dengan menggunakan satuan waktu: menit, jam, hari kerja, hari kalender, minggu, atau bulan. Penjadwalan pada dunia konstruksi biasanya menggunakan satuan hari kerja atau hari kalender. Durasi aktivitas pada proyek konstruksi bergantung pada hal-hal berikut ini.

- Jumlah pekerjaan.
- Jenis pekerjaan.
- Jenis dan jumlah sumber daya yang tersedia untuk digunakan.
- Apakah pekerjaan akan diselesaikan dalam satu *shift* atau banyak *shift* atau lembur.
- Lingkungan yang memengaruhi pekerjaan.
- Metode konstruksi.
- Batas waktu proyek.

- Siklus pekerjaan konstruksi.
- Cuaca dan dampak lapangan pada produksi.
- Kegiatan yang dapat dilakukan bersamaan.
- Kualitas pengawasan.
- Pelatihan dan motivasi tenaga kerja.
- Tingkat kesulitan pekerjaan (Callahan, 1992)

Durasi aktivitas merupakan suatu perkiraan. Tidak terlalu penting apakah durasinya tepat, yang lebih dipentingkan adalah bahwa durasi yang dibuat untuk setiap aktivitas masuk akal. Jika seluruh durasi masuk akal, dan jalur kritis dibuat dari banyak kegiatan, maka variasi dalam durasi aktivitas akan memengaruhi aktivitas-aktivitas tersebut sehingga durasi proyek menjadi lebih akurat. Untuk memastikan durasi yang masuk akal, para pembuat jadwal proyek harus bekerja sama dengan estimator proyek dan pengawas proyek.

3. Mendeskripsikan Aktivitas/Kegiatan

Selain durasi, kegiatan-kegiatan pada penjadwalan konstruksi biasanya disertai dengan sebuah deskripsi yang akan membantu dalam pembacaan jadwal. Kebanyakan dari deskripsi ini dibuat dengan menggunakan singkatan karena ruang dalam menuliskan deskripsi tersebut sangat terbatas. Penyingkatan ini juga membantu mempercepat pemasukan data-data dalam pembuatan penjadwalan, baik dengan menggunakan komputer maupun ditulis tangan.

4. Menentukan Hubungan yang Logis

Setelah menentukan kegiatan dan durasi, langkah berikutnya dalam membuat penjadwalan jaringan kerja adalah mengatur kegiatan-kegiatan tersebut sehingga setiap aktivitas dapat disajikan secara logis. Bagaimana setiap aktivitas dihubungkan satu dengan lainnya disebut **hubungan logis**.

Setiap aktivitas terhubung dengan aktivitas lain dalam satu penjadwalan. Ada tiga kemungkinan hubungan logis yang dapat

terjadi di antara kegiatan-kegiatan tersebut. Ketiga kemungkinan tersebut adalah sebagai berikut.

- Hubungan sebelumnya (*predecessor*)

Hubungan sebelumnya terjadi ketika sebuah aktivitas harus selesai terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dimulai. Contoh adalah pekerjaan fondasi biasanya mendahului pekerjaan rangka atap. Jadi, pekerjaan fondasi memiliki hubungan sebelumnya (*predecessor*) dari pekerjaan atap.

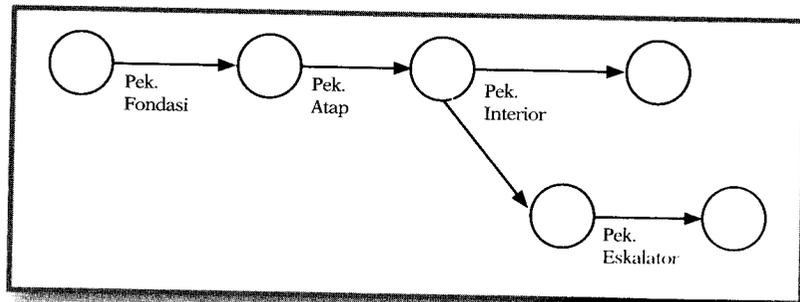
- Hubungan setelahnya (*successor*)

Hubungan setelahnya terjadi setelah selesainya suatu aktivitas. Contohnya, pekerjaan interior dapat dimulai setelah pekerjaan atap selesai. Jadi, pekerjaan interior memiliki hubungan setelahnya (*successor*) dari pekerjaan atap.

- Hubungan tak tergantung (*independent*)

Hubungan tak tergantung, yaitu hubungan kegiatan yang tidak didahului atau mendahului kegiatan lainnya. Mulai dan selesainya kegiatan atau aktivitas *independent* ini tidak tergantung dengan mulai atau selesainya kegiatan atau aktivitas lain.

Ketiga hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.1 Contoh Hubungan Logis dalam Penjadwalan Jaringan Kerja

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa pekerjaan pemasangan eskalator dapat dilakukan kapan saja sejauh pekerjaan atap selesai. Pekerjaan interior juga baru dapat dilakukan setelah pekerjaan atap selesai, tetapi mulainya pekerjaan eskalator tidak berhubungan dengan pekerjaan interior sehingga antara kedua aktivitas tersebut terjadi hubungan tak tergantung atau *independent*.

Meskipun banyak terdapat jenis-jenis dalam metode jaringan kerja, proyek konstruksi biasanya hanya menggunakan dua metode, yaitu:

1. *Activity on Arrow*;
2. *Activity on Node*, biasa disebut Precedence Diagramming Method.

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode *Activity on Arrow*, sementara metode *Activity on Node* dan *Precedence Diagramming Method* akan dibahas pada bab berikutnya.

B. Metode Activity On Arrow (AOA)

Disebut juga *Arrow Diagramming Method* (ADM) dan biasanya digunakan untuk proyek yang memiliki banyak ketergantungan di antara kegiatannya.

Metode AOA ini dibentuk dari anak-anak panah dan lingkaran. Anak panah mewakili kegiatan-kegiatan proyek, sedangkan lingkaran, atau node, mewakili *event* atau kejadian. Node pada bagian awal anak panah (ekor) disebut **node "I"**, sedangkan node pada bagian kepala anak panah disebut **node "J"**.

Karena metode ini menghubungkan node-node dari setiap kegiatan bersama-sama, maka node J dari kegiatan sebelumnya juga menjadi node I pada kegiatan berikutnya. Terkadang metode ini juga disebut diagram I-J, karena penggunaan I atau J pada node-nodenya.

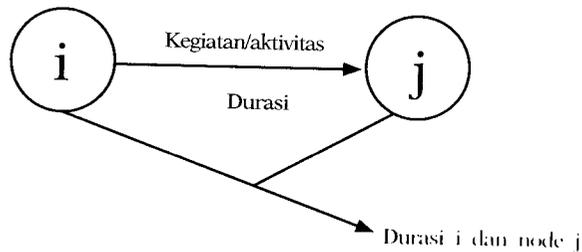
Terminologi yang digunakan dalam metode AOA dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Aktivitas: sebuah kegiatan yang merupakan bagian dari proyek
2. Event: titik signifikan selama waktu proyek. Sebuah event bisa saja merupakan waktu yang mana suatu aktivitas diselesaikan atau waktu yang mana aktivitas-aktivitas seluruhnya selesai.

3. Aktivitas Dummy: adalah aktivitas buatan dengan nol durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden di antara kegiatan-kegiatan.

Dua elemen penting pada AOA adalah anak panah dan node. Satu anak panah dibuat untuk setiap kegiatan yang akan dikerjakan. Ekor anak panah merupakan awal dari kegiatan, sementara kepala anak panah merupakan akhir dari kegiatan. Jika ada permintaan, panjangnya anak panah biasanya dibuat sesuai dengan skala durasi waktu yang proporsional. Setiap aktivitas (anak panah) mengandung deskripsi yang jelas. Deskripsi dari aktivitas ini biasanya dituliskan pada diagram tersebut, di bawah atau di atas anak panah. Sebagai tambahan, setiap aktivitas juga didampingi durasinya. Pada buku ini, kebanyakan deskripsi aktivitas diletakkan di atas anak panah dan durasi diletakkan di bawah anak panah.

Node digunakan untuk menggambarkan kapan aktivitas didahului atau diikuti oleh aktivitas sebelumnya. Node-node ini diletakkan di awal dan akhir setiap anak panah. Karena proyek didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang ada awal dan akhir, maka node-i dibutuhkan sebagai awal, dan node-j dibutuhkan sebagai akhir dalam setiap proyek. Keseluruhan aktivitas-aktivitas tersebut, dimulai dari aktivitas pertama dengan node-i dan diakhiri dengan node-j disebut "jaringan kerja".

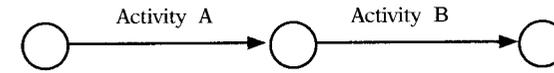


Gambar 4.2 Node I-J

Berikut adalah contoh jaringan kerja AOA sederhana:

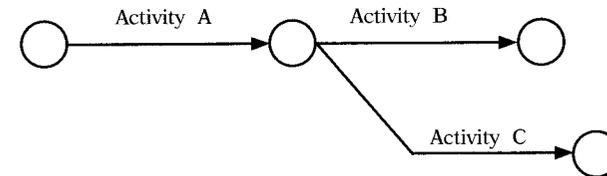
Contoh 1:

Activity	Prior Activity
A	None
B	A



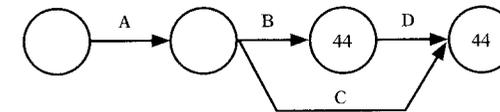
Contoh 2:

Activity	Prior Activity
A	None
B	A
C	A



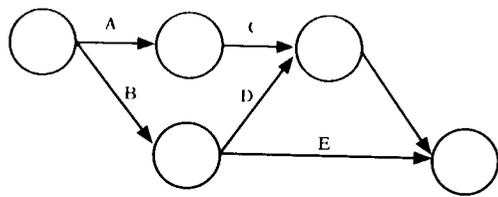
Contoh 3:

Activity	Predecessors Activity
A	None
B	A
C	A
D	B



Contoh 4:

Activity	Pred. Act
A	None
B	None
C	A
D	B
E	B
F	C, D

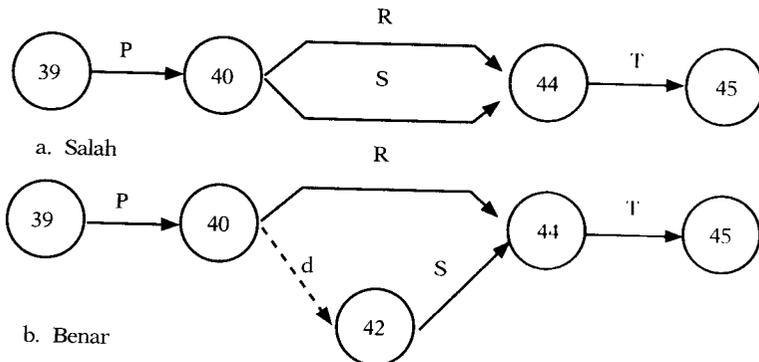


Aktivitas "Dummy"

Aktivitas Dummy adalah penggunaan aktivitas ketika ada kasus-kasus yang menunjukkan kesulitan yang terjadi jika menggunakan hanya satu anak panah untuk beberapa kegiatan. *Dummy* membantu menjelaskan hubungan logis antar kegiatan dan memastikan bahwa setiap aktivitas memiliki nomor nodenya (Callahan, 1002).

Aktivitas *Dummy* tidak memiliki durasi atau ketergantungan dengan kegiatan lain, dan selalu ditampilkan dengan menggunakan anak panah dengan garis putus-putus. Salah satu cara untuk mengetahui apakah aktivitas *dummy* dibutuhkan adalah dengan melihat daftar aktivitas dan menemukan aktivitas-aktivitas yang berbagi, tetapi tidak seluruhnya, dari kegiatan atau aktivitas sebelumnya.

Gambar 4.3 menjelaskan penggunaan aktivitas *dummy*. Dari gambar bagian a menunjukkan bahwa aktivitas R memiliki nomor node sama dengan aktivitas S, baik pada node I maupun node J. Hal inilah yang mengharuskan penggunaan aktivitas *dummy* sehingga aktivitas R dan S memiliki nomor node I yang berbeda satu sama lain seperti terlihat pada gambar b. Pada gambar b sudah digunakan aktivitas *dummy* sehingga kegiatan R dan S sudah memiliki nomor node berbeda.



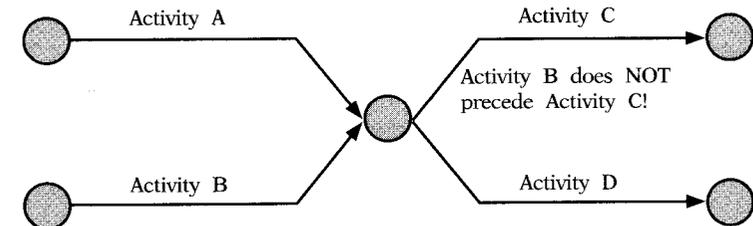
Gambar 4.3 Penggunaan Aktivitas *Dummy*

Contoh-contoh lain untuk jaringan kerja yang menggunakan aktivitas *dummy* adalah sebagai berikut.

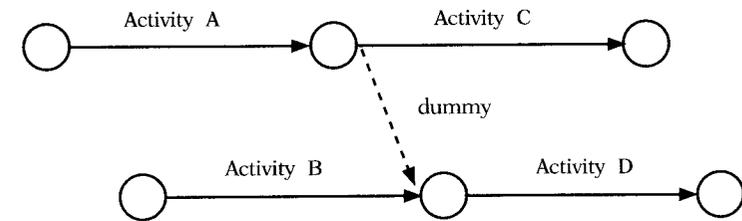
Contoh 5:

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	None
B	None
C	A
D	A, B

Tanpa *Dummy*



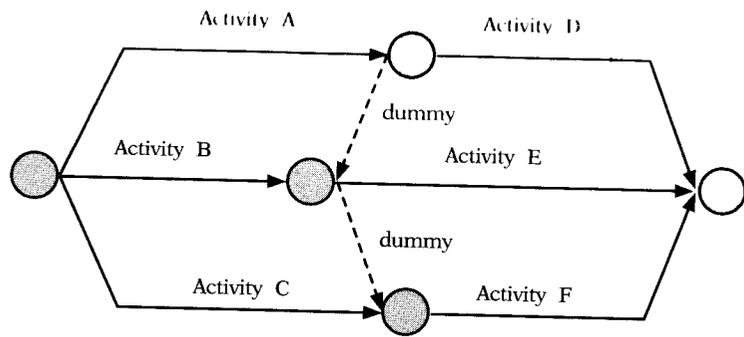
Dengan *Dummy*



Correct diagram using the Logic Dummy

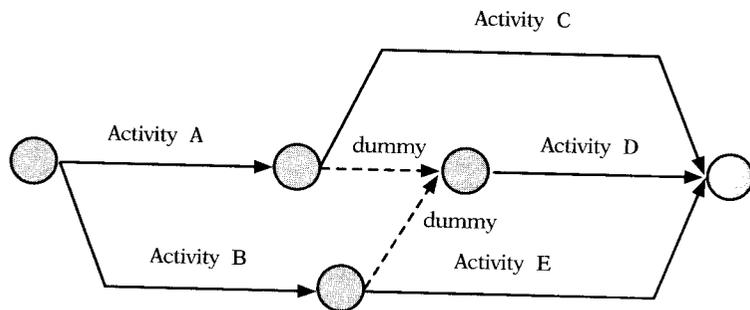
Contoh 6:

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	None
B	None
C	None
D	A, B
E	B
F	B, C



Contoh 7:

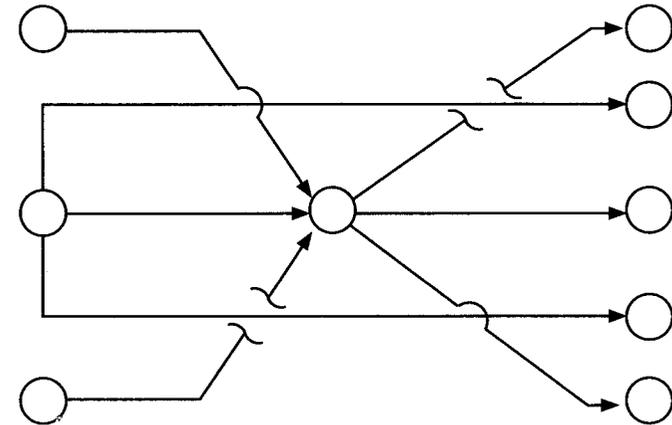
Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	None
B	None
C	A
D	A, B
E	B



Metode I-J ini didasarkan pada anggapan bahwa suatu aktivitas atau kegiatan tidak dapat dimulai jika aktivitas sebelumnya belum selesai. Semua kegiatan di jaringan ini harus memiliki *event* yang pasti yang akan menjelaskan kinerjanya. Pada metode ini, akhir dari suatu aktivitas tidak bisa tumpang tindih dengan mulainya aktivitas berikutnya. Jika hal ini terjadi, maka kegiatan tersebut harus dipisahkan.

Ketika membuat jaringan kerja dengan metode AOA, sangatlah mungkin terjadi hal di mana anak-anak panah saling bersilangan.

Jika ini terjadi, maka harus digunakan simbol persilangan (*crossover*). Tanpa simbol ini, maka pembaca jadwal tersebut dapat melakukan kesalahan dalam mempelajari hubungan antara anak-anak panah tersebut. Simbol ini diharapkan akan memperkecil kesalahan pada saat pembacaan diagram jaringan kerja. Gambar mengenai simbol persilangan dapat terlihat sebagai berikut:



Gambar 4.4 Penggunaan simbol persilangan

Berikut adalah contoh jaringan kerja dengan metode AOA:

Contoh 8:

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
a	-
b	-
c	a
d	a
e	b
f	b
g	c, d
h	e
i	f
j	e, g
k	h, i

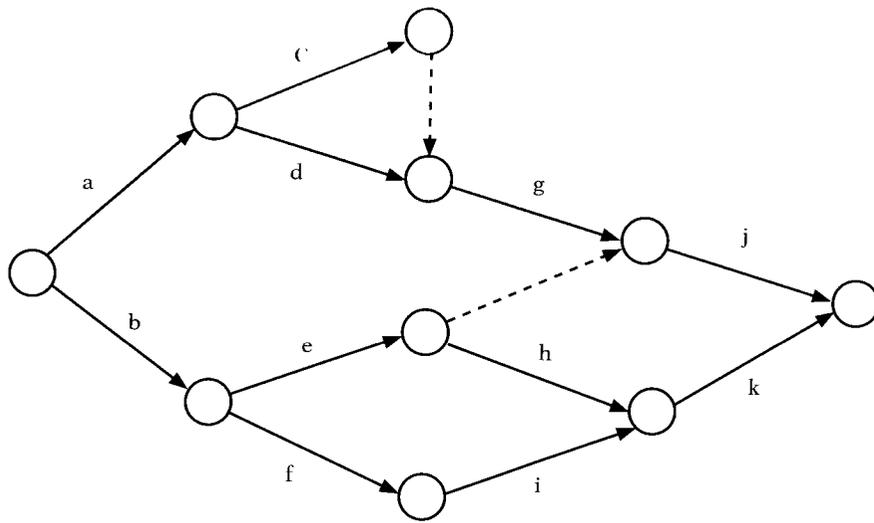
C. Metode Jalur Kritis

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 (Soeharto, 1995).

Jalur kritis penting artinya bagi para pelaksana proyek karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang pelaksanaannya harus tepat waktu, selesai juga tepat waktu. Jika terjadi keterlambatan, maka akan menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

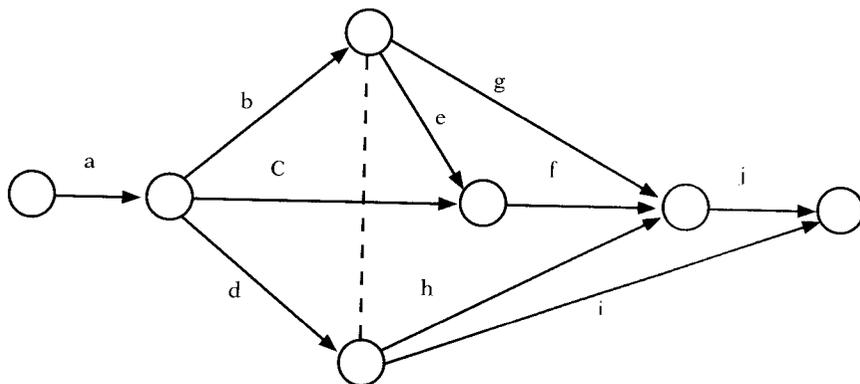
Sebelum membuat jalur kritis dalam metode penjadwalan jaringan kerja AOA, haruslah diketahui terlebih dahulu cara perhitungan durasi proyek yang terbagi dalam hitungan maju dan hitungan mundur. Ada beberapa istilah yang terlibat sehubungan dengan perhitungan maju dan mundur metode AOA sebagai berikut.

- **Early Start (ES):** waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- **Late Start (LS):** waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
- **Early Finish (EF):** waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- **Late Finish (LF):** waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

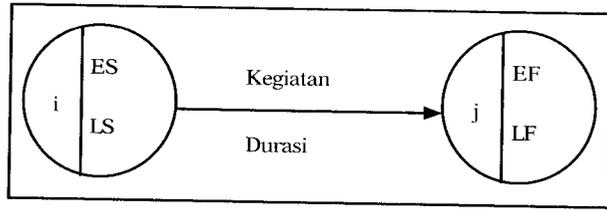


Contoh 9:

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
a	-
b	a
c	a
d	a
e	b
f	c, e
g	b
h	b, d
i	b, d
j	f, g, h



Berikut adalah gambar potongan jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF.



Gambar 4.5 ES, LS, EF, LF

Seperti telah disebutkan di atas, untuk mendapat angka-angka ES, LS, EF, dan LF, maka dikenal dua perhitungan dalam jaringan kerja AOA, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Penjelasan keduanya adalah sebagai berikut.

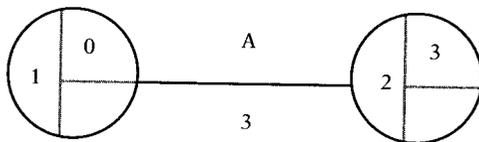
1. Perhitungan Maju

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju dengan aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut.

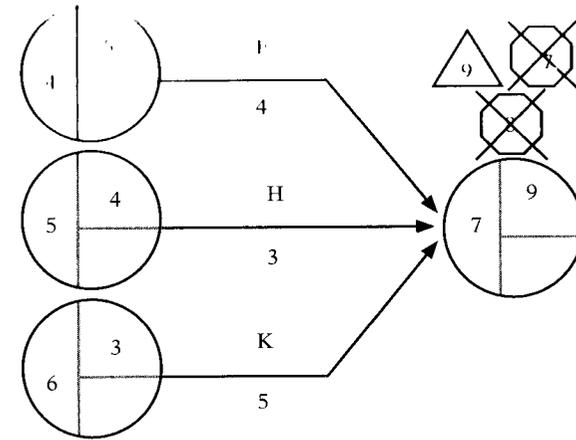
- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.
- Waktu paling awal suatu kegiatan adalah = 0
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

$$EF = ES + D \text{ atau}$$

$$EF(i-j) = ES(i-j) + D (i-j)$$

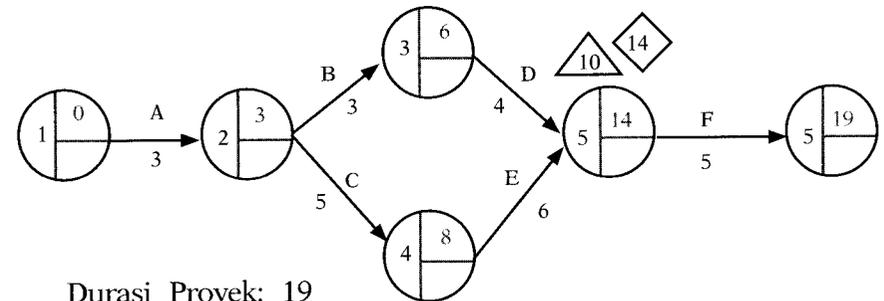


- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya, maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan-kegiatan tersebut.



Contoh perhitungan maju:

Contoh 10:



Durasi Proyek: 19

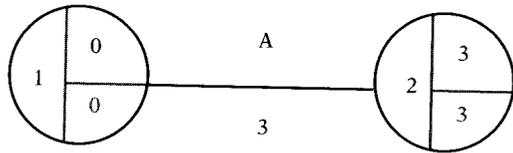
Bila hasil perhitungan di atas dibuat dalam suatu format akan dihasilkan tabulasi sebagai berikut:

Kegiatan			Durasi	ES	EF
I	J	Nama			
1	2	A	3	0	3
2	3	B	3	3	6
2	4	C	5	3	8
3	5	D	4	6	14
4	5	E	6	8	14
5	6	F	5	14	19

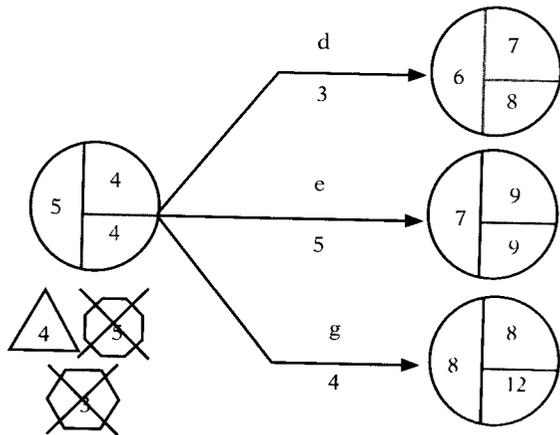
2. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita "masih" dapat memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari perhitungan maju. Aturan yang berlaku dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut.

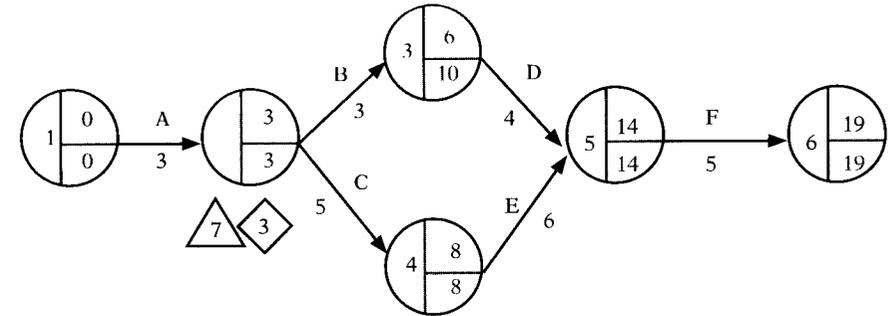
- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu/durasi kegiatan yang bersangkutan, atau $LS = LF - D$



- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.



Sehingga didapat hasil dari contoh perhitungan sebelumnya:



Bila hasil perhitungan di atas dibuat dalam suatu format akan dihasilkan tabulasi sebagai berikut:

Kegiatan			Durasi	ES	EF	LS	LF
I	J	Nama					
1	2	A	3	0	3	0	3
2	3	B	3	3	6	3	10
2	4	C	5	3	8	3	8
3	5	D	4	6	14	10	14
4	5	E	6	8	14	8	14
5	6	F	5	14	19	14	19

3. Metode Jalur Kritis

Metode Jalur Kritis atau *critical path method* adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir. Pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian keseluruhan proyek, yang disebut kegiatan kritis.

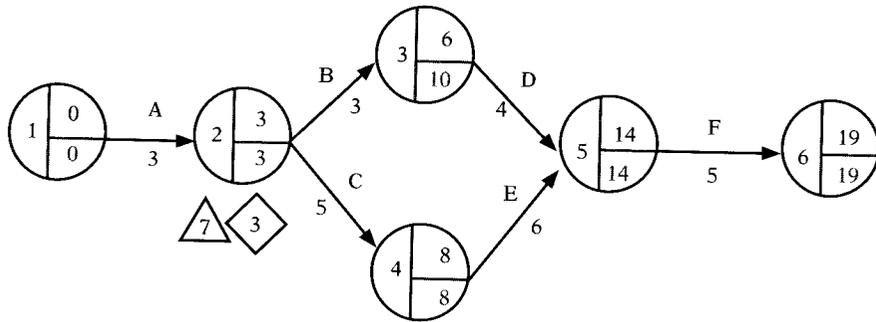
- Sifat Jalur Kritis

a. Pada kegiatan pertama: $ES = LS = 0$

b. Pada kegiatan terakhir: $LF = EF$

c. Total Float: $TF = 0$

Pada contoh perhitungan berikut, maka jalur kritis yang terjadi adalah pada lintasan dengan kegiatan: A - C - E - F



Contoh dan perhitungan di atas menunjukkan proses perkiraan waktu penyelesaian proyek yang umumnya tidak sama dengan total waktu hasil penjumlahan kurun waktu masing-masing kegiatan yang menjadi unsur proyek, karena adanya kegiatan yang paralel.

Penyajian jalur kritis ditandai dengan garis tebal, atau garis dengan warna berbeda, atau garis ganda. Bila jaringan kerja hanya mempunyai satu titik awal dan satu titik akhir, maka jalur kritis juga berarti jalur yang memiliki jumlah waktu penyelesaian terbesar (terlama), dan jumlah waktu tersebut merupakan waktu proyek yang tercepat. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

D. Total Float dan Free Float

Pada perencanaan dan penyusunan jadwal proyek, dikenal suatu istilah yang disebut *Float*, yaitu suatu perhitungan yang menunjukkan fleksibilitas suatu kegiatan untuk dapat mulai dan selesai lebih lambat walaupun tetap dalam waktu yang diizinkan tanpa mengubah durasi atau kurun waktu proyek (Callahan, 1992).

Float terdiri dari *Total Float* (TF) dan *Free Float* (FF). Berikut adalah penjelasan keduanya.

1. Total Float (TF)

Total Float atau *Float Total* adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa memengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin (Soeharto, 1995).

Float total ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka *float total* yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan *float total* semula, dikurangi bagian yang telah terpakai.

Rumus dalam menghitung *Total Float* adalah sebagai berikut.

- Total *Float* suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi waktu selesai paling awal, ATAU waktu mulai paling akhir, dikurangi waktu mulai paling awal kegiatan.
- Rumus : $TF = LF - EF = LS - ES$.

Dapat dinyatakan juga sebagai berikut.

- Total *Float* sama dengan waktu paling akhir terjadinya node berikutnya $L(j)$, dikurangi waktu paling awal terjadinya node terdahulu $E(i)$, dikurangi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D(i-j)$.
- Rumus : $TF = L(j) - E(i) - D(i-j)$.

Salah satu syarat yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan kritis atau berada di jalur kritis adalah jika kegiatan tersebut memiliki $TF = 0$.

Pada Contoh 10, perhitungan *Total Float* dapat disajikan dalam tabel berikut.

Kegiatan			Durasi	ES	EF	LS	LF	TF
I	J	Nama						
1	2	A	3	0	3	0	3	0
2	3	B	3	3	6	3	10	4

2	4	C	5	3	8	3	8	0
3	5	D	4	6	14	10	14	4
4	5	E	6	8	14	8	14	0
5	6	F	5	14	19	14	19	0

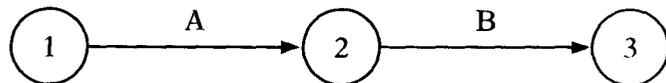
Dari kolom TF di atas dapat terlihat kegiatan kritis adalah A, C, E, F dengan nilai TF = 0.

2. Free Float (FF)

Di samping Total Float, dikenal juga *Free Float* (FF) atau Float Bebas. FF terjadi bila semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin. Besarnya FF suatu kegiatan sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa memengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya (Soeharto, 1995). Dengan kata lain, float bebas dimiliki oleh satu kegiatan tertentu, sedangkan float total dimiliki oleh kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan.

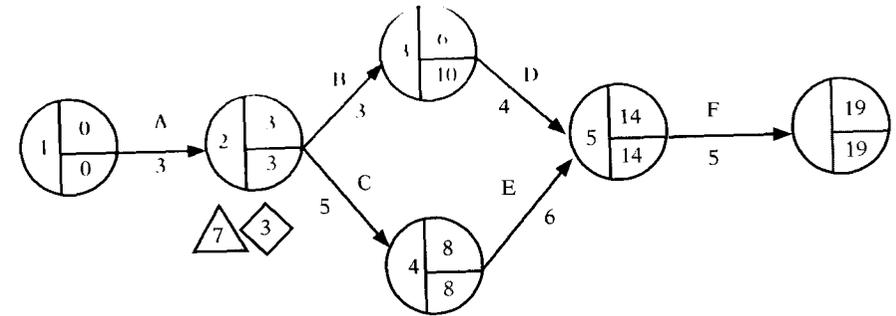
Perhitungan Float Bebas dapat dilakukan sebagai berikut.

- Float bebas suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud.
- Jadi, bila rangkaian terdiri dari kegiatan A(1-2) dan B(2-3) dengan node 1, 2, 3, maka kegiatan A mempunyai float bebas:



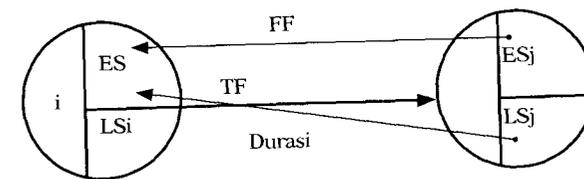
- Rumus : $FF(1-2) = ES(2-3) - EF(1-2)$.

Pada Contoh 10, perhitungan *Total Float* dapat disajikan dalam tabel berikut:



Kegiatan			Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J	Nama							
1	2	A	3	0	3	0	3	0	0
2	3	B	3	3	6	3	10	4	0
2	4	C	5	3	8	3	8	0	0
3	5	D	4	6	14	10	14	4	4
4	5	E	6	8	14	8	14	0	0
5	6	F	5	14	19	14	19	0	0

Kesimpulan yang dapat diambil dari Float ditampilkan dalam gambar berikut:



$$TF = LS_j - D - ES_i$$

$$FF = ES_j - D - ES_i$$

Berikut ini disajikan contoh-contoh membuat jaringan kerja dan tabel jaringan kerja.

Contoh 11

Buatlah diagram jaringan kerja dan tabel jaringan kerja

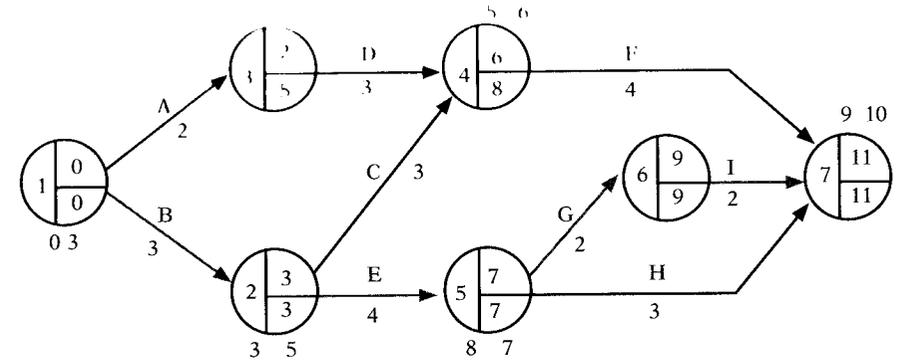
KEGIATAN	KEGIATAN YANG MENGIKUTI	KEGIATAN SEBELUM	DURASI (minggu)
A	D	-	2
B	C, E	-	3
C	F	B	3
D	F	A	3
E	G, H	B	4
F	Akhir	C, D	3
G	I	E	2
H	Akhir	E	3
I	Akhir	G	2

Jawab:

Tabel NWP

Kegiatan			Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J	Nama							
1	3	A	2	0	0	2	5	3	0
1	2	B	3	0	0	3	3	0	0
2	4	C	3	3	3	6	8	2	0
3	4	D	3	2	5	6	8	3	1
3	5	E	4	3	3	7	7	0	0
4	7	F	3	6	8	11	11	2	1
5	6	G	2	7	7	9	9	0	0
5	7	H	3	7	7	11	11	1	1
6	7	I	2	9	9	11	11	0	0

Jaringan Kerja



Total Durasi Proyek adalah 11 minggu
Kegiatan kritis adalah B, E, G, I

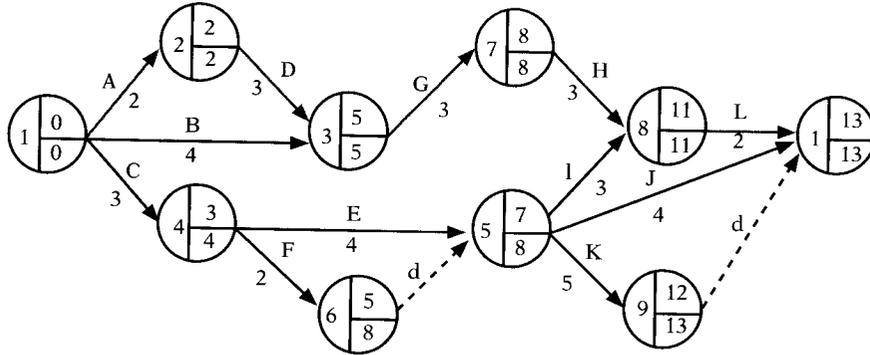
Contoh 12

Buatlah diagram jaringan kerja dan tabel jaringan kerja!

KEGIATAN	KEGIATAN YG MENGIKUTI	KEGIATAN SEBELUM	DURASI (minggu)
A	D	-	2
B	G	-	4
C	E, F	-	3
D	G	A	3
E	L, J, K	C	4
F	I, J, K	C	2
G	H	B, D	3
H	L	G	3
I	L	E, F	3
J	-	E, F	4
K	-	E, F	5
L	-	H, I	2

Jawab:

Jaringan Kerja



Total Durasi Proyek 13

Kegiatan kritis adalah: A, D, G, H, L

Tabel NWP

Kegiatan			Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J	Nama							
1	2	A	2	0	2	0	2	0	0
1	3	B	4	0	5	0	5	1	1
1	4	C	3	0	3	0	4	1	0
2	3	D	3	2	5	2	5	0	0
4	5	E	4	3	7	4	8	1	0
4	6	F	2	3	5	4	8	3	0
3	7	G	3	5	8	5	8	0	0
7	8	H	3	8	11	8	11	0	0
5	8	I	3	7	11	8	11	1	1
5	10	J	4	7	13	8	13	2	2
5	9	K	5	7	12	8	13	1	0
8	10	L	2	11	13	11	13	0	0

E. Soal/Latihan

1. Gambarkan diagram logis dari kegiatan-kegiatan di bawah ini.

F mengikuti A dan E

G mengikuti E

E mengikuti B

D mendahului K

C mendahului H

F mendahului M dan L

L mengikuti F, G, dan H

A, B, C, dan D adalah awal proyek.

2. Buatlah jaringan kerja yang logis dari daftar aktivitas berikut.

A, B, dan C adalah awal proyek

D mengikuti A

B mendahului E

C mengikuti F

K mengikuti E dan F

G dan H mengikuti D dan E

G mendahului L

M mengikuti H dan K

3. Buatlah jaringan kerja AOA dari tabel di bawah ini lengkap dengan tabel dan lintasan kritisnya.

Activity	Pred. Act
A	None
B	None
C	A
D	B
E	B
F	D,E

4. Buatlah jaringan kerja AOA dan lintasan kritis beserta tabelnya dari daftar kegiatan berikut ini.

Aktivitas	Aktiv. Sblm	Durasi
A	-	3
B	-	9
C	A, B	4
E	B	7
F	B	4
G	B	4
H	C, E	7
J	F	4
K	F, H	5
L	F, H	4
M	F, H	3
N	K	5
P	Q	5
Q	J, M	5
R	K, L	4

5. Buatlah jaringan kerja dan tabel jaringan kerja dari daftar berikut ini.

KEGIATAN	KEGIATAN YANG MENGIKUTI	DURASI
A	D,J	22
B	C,F	10
C	D,J	13
D	-	8
E	C,F,G	15
F	H,I,K	17
G	H,I,K	15
H	D,J	6

I	J	II
I	-	12
K	-	20

Tentukan kegiatan kritisnya!

F. Ringkasan

- Metode jaringan kerja merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Jaringan menunjukkan susunan logis antarkegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek, dan berguna dalam merencanakan urutan kegiatan yang saling bergantung dihubungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang diperlukan.
- Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja, yaitu:
 - menentukan Aktivitas/Kegiatan;
 - menentukan Durasi Aktivitas/Kegiatan;
 - mendeskripsikan Aktivitas/Kegiatan;
 - menentukan Hubungan yang Logis.
- Metode *Activity on Arrow* merupakan salah satu metode penjadwalan dalam rencana jaringan kerja atau Network Planning yang menjadi alat bantu dalam membuat suatu proyek menjadi lebih efektif dan efisien. Kegiatan dalam AOA merupakan anak panah, sementara node-i dan node-j digunakan sebagai awal dan akhir suatu kegiatan.
- Jalur kritis atau *critical path method* adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.
- Perhitungan maju dan mundur dalam AOA dilakukan untuk mendapatkan total waktu proyek dan jalur kritis. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan

- pertama sampai kegiatan terakhir. Pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian keseluruhan proyek.
6. Pada perencanaan dan penyusunan jadwal proyek, dikenal suatu istilah yang disebut *Float*, yaitu suatu perhitungan yang menunjukkan fleksibilitas suatu kegiatan untuk dapat mulai dan selesai lebih lambat walaupun tetap dalam waktu yang diizinkan tanpa mengubah durasi atau kurun waktu proyek. *Float* terdiri dari *Total Float* (TF) dan *Free Float* (FF).

BARCHART (BAGAN BALOK)

Pada bab ini akan dibahas mengenai penjadwalan dengan metode bagan balok atau *barchart*. Setelah selesai mempelajari bab ini, mahasiswa dapat:

1. menjelaskan pengertian penjadwalan dengan metode bagan balok atau *barchart*;
2. menjelaskan cara membuat bagan balok atau *barchart*;
3. membuat penjadwalan dengan bagan balok atau *barchart*;
4. membuat penjadwalan kebutuhan tenaga kerja dan material dengan bagan balok atau *barchart*.

Media yang digunakan adalah *Power Point slide*.

A. Pengertian Barchart

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *Barchart* atau Diagram Batang atau Bagan Balok. *Barchart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan

dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

Barchart ini dibuat pertama kali oleh Henry L. Gant pada masa perang dunia I, sehingga sering juga disebut sebagai Ganttchart. *Barchart* atau Ganttchart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal ini karena *Barchart* memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Bila digabungkan dengan metode lain, seperti Kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, penggunaan metode bagan balok terbatas karena kendala-kendala berikut (Callahan, 1992).

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 pembaruan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan 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. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan *Barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja, seperti hasilnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama, karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan proyek. Penggunaan *Barchart* lebih jauh adalah sebagai alat kontrol waktu dan biaya yang ditunjukkan dengan Kurva S yang akan dibahas pada Bab 7.

B. Cara Membuat Barchart

Penggunaan *Barchart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan. Penggambaran *Barchart* terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom tersusun urutan kegiatan yang disusun secara berurutan, sedangkan baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa hari, minggu, ataupun bulan. Perincian yang terdapat pada *barchart* adalah sebagai berikut.

1. Pada sumbu horizontal X tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
2. Pada sumbu vertikal Y dicantumkan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan urutan antara kegiatan satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain.
4. Format penyajian *barchart* yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.
5. Jika *barchart* atau bagan balok dibuat berdasarkan jaringan kerja *Activity On Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan nonkritis.

Penentuan unsur-unsur pada suatu *Barchart* bergantung pada kebutuhan proyek. Pada *Barchart* yang paling sederhana, format yang harus diikuti terdiri dari hal-hal berikut ini.

1. Bagian kepala yang berisi judul atau nama proyek, lokasi proyek, pemilik proyek, nomor proyek, nilai kontrak, nomor kontrak, tanggal pembaruan, dan data-data lain yang dianggap penting.
2. Bagian batang atau balok yang menunjukkan waktu kegiatan selama kegiatan berjalan dengan keterangan-keterangan sebagai berikut.
 - a. Durasi kegiatan rencana atau perkiraan kurun waktu yang digunakan. Kenyataan waktu yang digunakan yang terungkap pada waktu pelaporan biasanya digambarkan dengan garis tebal, sejajar dengan waktu perencanaan. Di sini akan terlihat berapa besar perbedaan antara perencanaan dan kenyataan.
 - b. Sumber daya. Penjelasan mengenai jumlah sumber daya untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan. Berupa jam-orang atau jumlah orang dan lain-lain.
 - c. Node I dan J. Bila bagan balok dihasilkan dari analisis jaringan kerja, misalnya diagram AOA, maka akan meningkatkan dan memudahkan penggunaannya bila dicantumkan pula penjelasan mengenai nomor node-I dan node-J pada masing-masing kegiatan.
 - d. Garis laporan. Laporan terakhir ditandai dengan garis putus vertikal. Dengan demikian, akan terlihat seberapa jauh kemajuan atau keterlambatan masing-masing kegiatan. (Callahan, 1992)

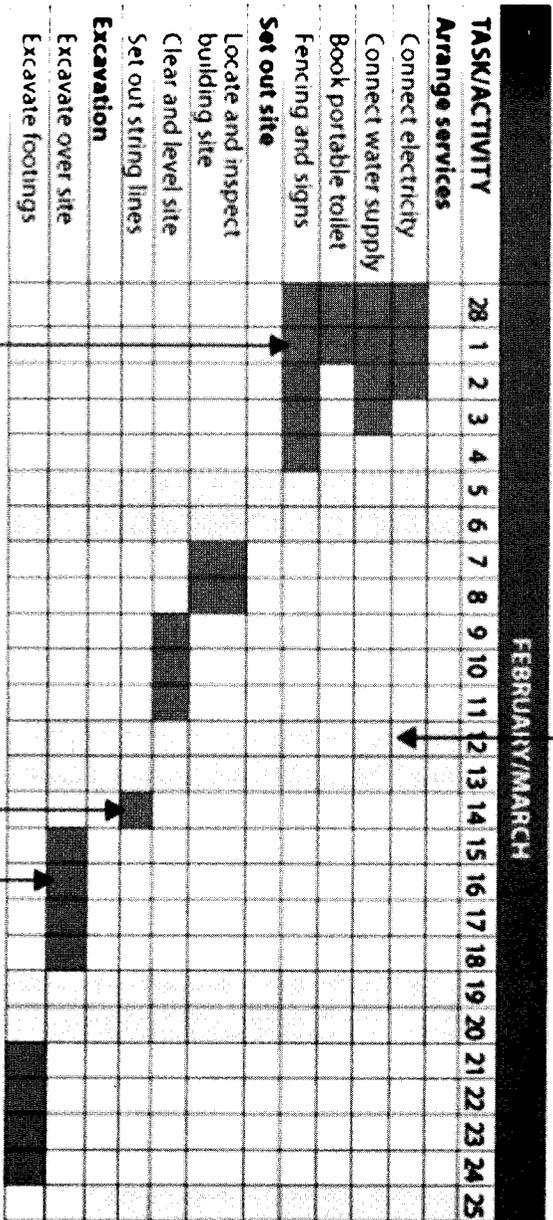
Sudah menjadi aturan umum bahwa sebuah bagan balok atau *barchart* tidak boleh memiliki lebih dari 100 kegiatan karena jika hal itu terjadi, maka akan terjadi kesulitan dalam mengerti penjadwalan proyek tersebut. Pemilihan aktivitas-aktivitas dan tujuan penggunaan *barchart* tersebut menentukan jumlah aktivitas pada *barchart*.

Sebuah *barchart* juga dapat disertai dengan data tambahan sehingga menambah manfaat dari *barchart* tersebut bagi para

pembaca tertentu. Namun, hal ini juga menyebabkan peningkatan kebutuhan kertas di mana *barchart* tersebut dibuat sehingga menyulitkan untuk penggandaan atau penggantian. Penambahan terlalu banyak data juga dapat membuat bagan menjadi lebih sulit dimengerti.

Seorang pembuat jadwal harus memperhatikan ukuran besarnya *barchart*. Dengan menggabung-gabungkan lembaran kertas dapat dibuat *barchart* dalam berbagai ukuran sehingga dapat diantisipasi penambahan data karena informasi dari jadwal apa pun harus dikomunikasikan pada banyak orang yang terlibat pada proyek konstruksi termasuk bagian distribusi, pelaksana, dan reproduksi. Yang harus diperhatikan adalah ukuran *barchart* yang tidak akan mempersulit pembacaan jadwal sehingga mengganggu komunikasi antarbagian pada pelaksanaan proyek.

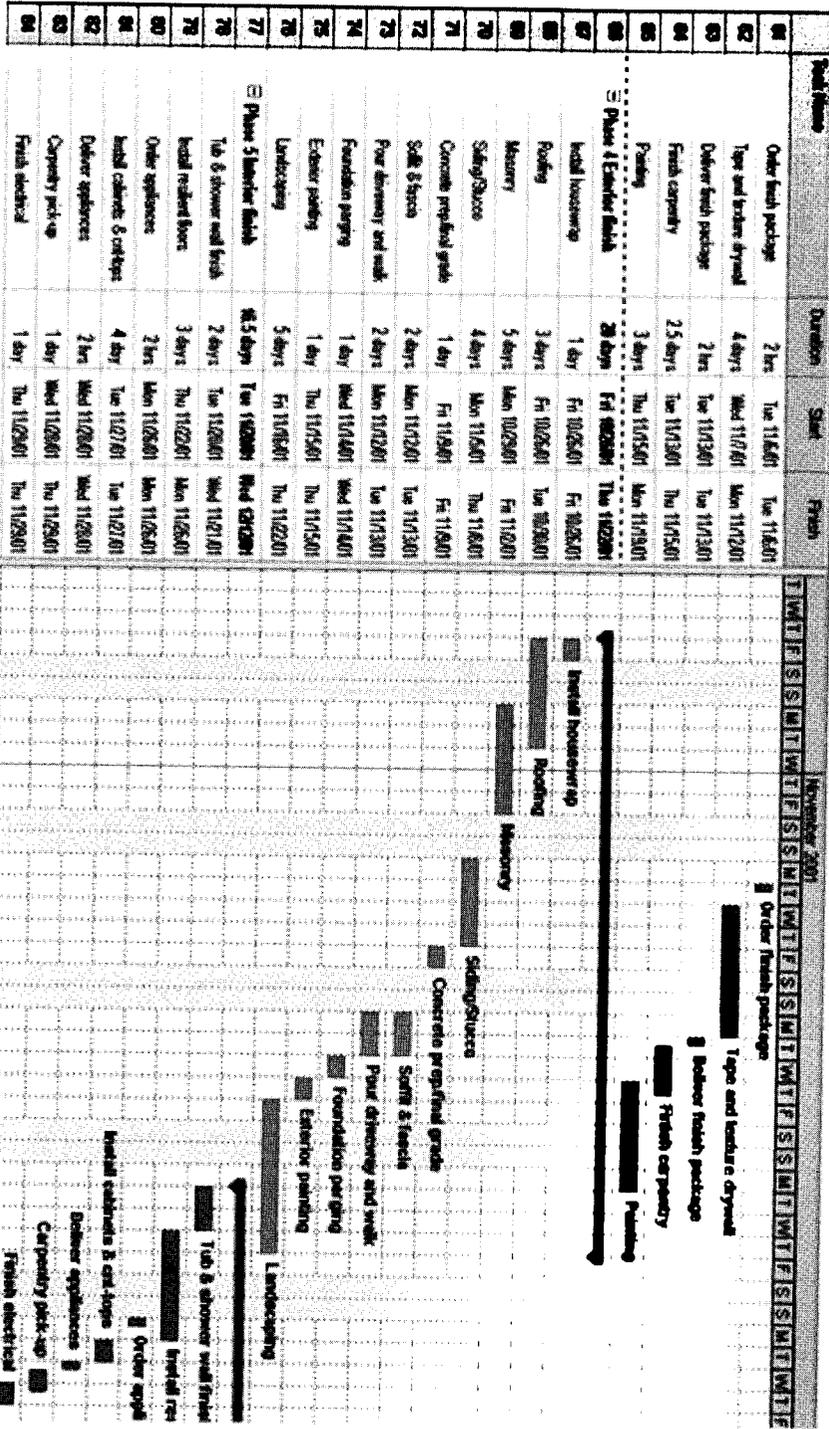
Berikut akan ditampilkan contoh-contoh *Barchart* dari berbagai jenis proyek.

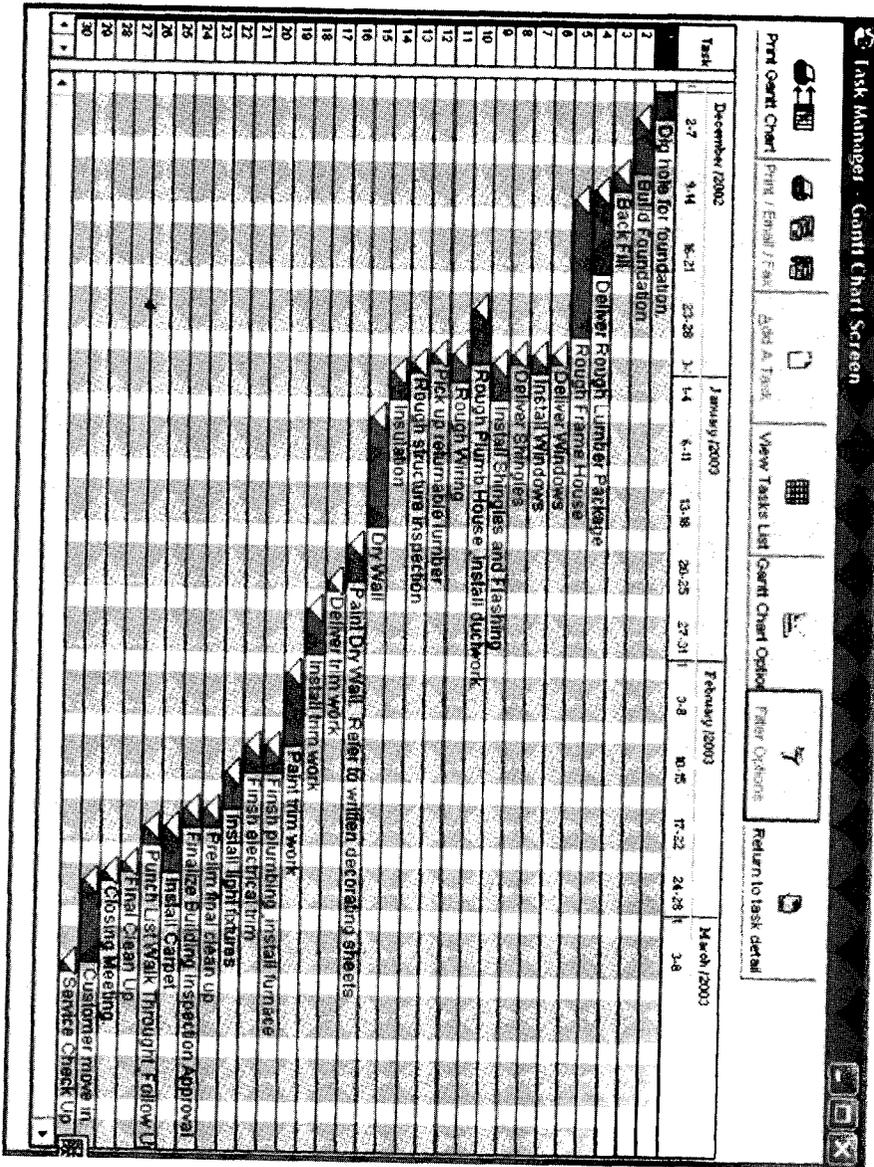


The shaded columns represent weekend days which are not usually work days.

These tasks can be done concurrently.

The excavation cannot be started until the string lines have been set out.





Gambar 5.1 Contoh-contoh Barchart

Cara atau langkah-langkah membuat *barchart* berdasarkan penjadwalan jaringan kerja AOA adalah sebagai berikut.

1. Langkah pertama adalah mengisi kegiatan pada kolom kegiatan.

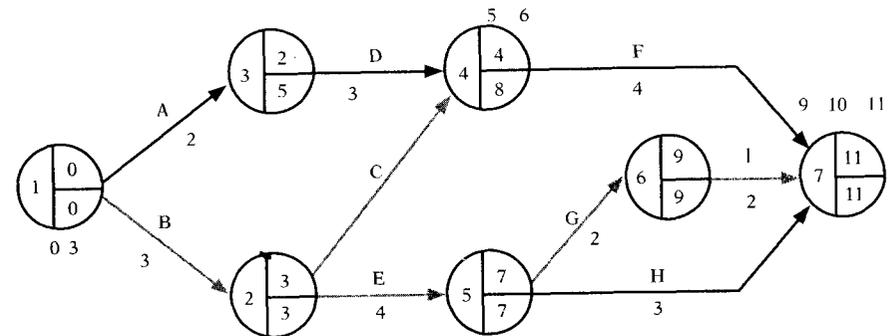
2. Langkah kedua adalah membuat balok/batang sesuai panjang dengan durasi untuk kegiatan-kegiatan kritis terlebih dahulu.
3. Setelah kegiatan kritis digambarkan baloknya, maka dilanjutkan dengan menggambar balok/batang untuk kegiatan tidak kritis.

Di bawah ini adalah contoh membuat diagram balok atau *barchart* berdasarkan tabel jaringan kerja.

Contoh 1

KEGIATAN	KEGIATAN YANG MENGIKUTI	KEGIATAN SEBELUM	DURASI (minggu)
A	D	-	2
B	C, E	-	3
C	F	B	3
D	F	A	3
E	G, H	B	4
F	Akhir	C, D	3
G	I	E	2
H	Akhir	E	3
I	Akhir	G	2

Diagram Jaringan Kerja:

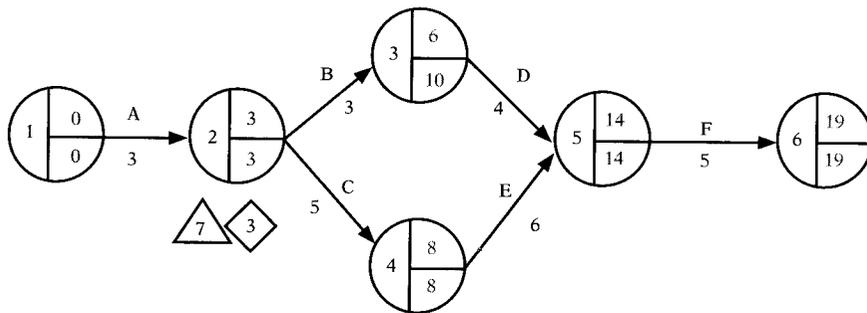


Bentuk barchart-nya adalah sebagai berikut.

No.	Kegiatan	Durasi	Waktu (Minggu)													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	A	2	■													
2	B	3	■													
3	C	3			■											
4	D	3			■											
5	E	4			■											
6	F	3							■							
7	G	2								■						
8	H	3									■					
9	I	2													■	

■ Kegiatan kritis
 ■ Kegiatan nonkritis

Contoh 2



■ Kegiatan Kritis.
 ■ Kegiatan Non-Kritis.

No. Kegiatan	Durasi	Waktu (hari)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
1 A	3	■																					
2 B	3		■																				
3 C	5			■																			
4 D	4				■																		
5 E	6					■																	
6 F	5									■													

C. Kebutuhan dan Jadwal Tenaga Kerja

Barchart dapat digunakan untuk menentukan jadwal kebutuhan tenaga kerja pada proyek konstruksi. Yang dimaksud dengan tenaga kerja di sini adalah besarnya jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan (Ibrahim, 2007).

Contoh yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan 1m^3 galian tanah adalah:

0.75 Pekerja

0.025 Mandor

Indeks tenaga kerja di atas mempunyai pengertian bahwa 0.75 Pekerja bekerja bersama-sama dengan 0.025 Mandor akan menghasilkan 1m^3 galian tanah dalam satu hari. Seandainya volume tanah yang akan digali adalah 130 m^3 , maka tenaga yang diperlukan adalah sebagai berikut.

Pekerja = $130 \times 0.75 = 97.50$

Mandor = $130 \times 0.025 = 3.25$

Dengan tenaga 97.50 pekerja dan 3.25 mandor akan menghasilkan galian tanah 130m^3 dalam jangka 1 hari.

Untuk kegiatan satu proyek maka harus dicari masing-masing jumlah tenaga kerja pada setiap kegiatan dan dibuat rekapitulasinya seperti pada Tabel 5.1.

Selanjutnya data pada tabel kebutuhan tenaga kerja dipindahkan ke *barchart* untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja pada setiap periode waktunya, seperti pada Gambar 5.2.

Misalkan jumlah pekerja pada pekerjaan penggalian adalah 97,50 orang untuk 1m^3 . Jika dimasukkan pada barchart untuk pekerjaan tersebut dapat dicari bobotnya per periode dengan cara membagi jumlah di atas dengan durasi proyek.

Daftar Kebutuhan Tenaga Kerja

No.	Kegiatan/pekerjaan	Mandor	Tk. Batu	Tk. Besi	Pekerja
1	Pembersihan				
2	Pas. Bowplank				
3	Galian tanah				
4	Urugan tanah kembali				
5	Buangan tanah sisa				
6	Urugan pasir urug				
7	Pas. Fondasi				
8	Beton sloof				
9	Beton kolom				
10	Beton ringbalk				
11	Beton lantai kerja				
12	Struktur atap				
13	Pas. Diding Bata 1:3				
14	Pas. Dinding bata 1:5				
15	Plesteran dan acian				
16	Pas. ubin keramik 30/30				
17	Pas. ubin keramik 20/30				
18	Pengecatan				
19	Rangka plafon & plafon				
20	Kusen				
21	Pas. Genteng				
22	ME				
23	Penyelesaian				
Jumlah					

Tabel 5.1 Contoh Daftar Kebutuhan Tenaga Kerja

D. Kebutuhan dan Jadwal Pemasukan Material

Sama halnya dengan kebutuhan tenaga kerja, barchart dibutuhkan untuk menghitung jadwal pemasukan material pada pelaksanaan proyek. Yang dimaksud dengan bahan atau material adalah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan (Ibrahim, 2007). Contoh yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

Pekerjaan 1m³ pasangan batu kali membutuhkan analisis bahan sebagai berikut:

Batu kali 1,2 m³

Semen 4,0715 sak

Pasir 0,522 m³

Jika volume pasangan batu kali yang dicari adalah sebesar 37,65 m³ maka material yang dibutuhkan adalah:

Batu kali 37,65 x 1,2 m³ = 45,18 m³

Semen 37,65 x 4,0715 sak = 153,29 sak

Pasir 37,65 x 0,522 = 19,65 m³

Jadi, dapat disimpulkan bahwa jumlah bahan yang dibutuhkan untuk satu kegiatan adalah:

Volume x Indeks Analisis

Setelah dihitung untuk setiap kegiatan, maka akan didapat jumlah seluruh material yang dapat direkapitulasi dalam Tabel 5.2.

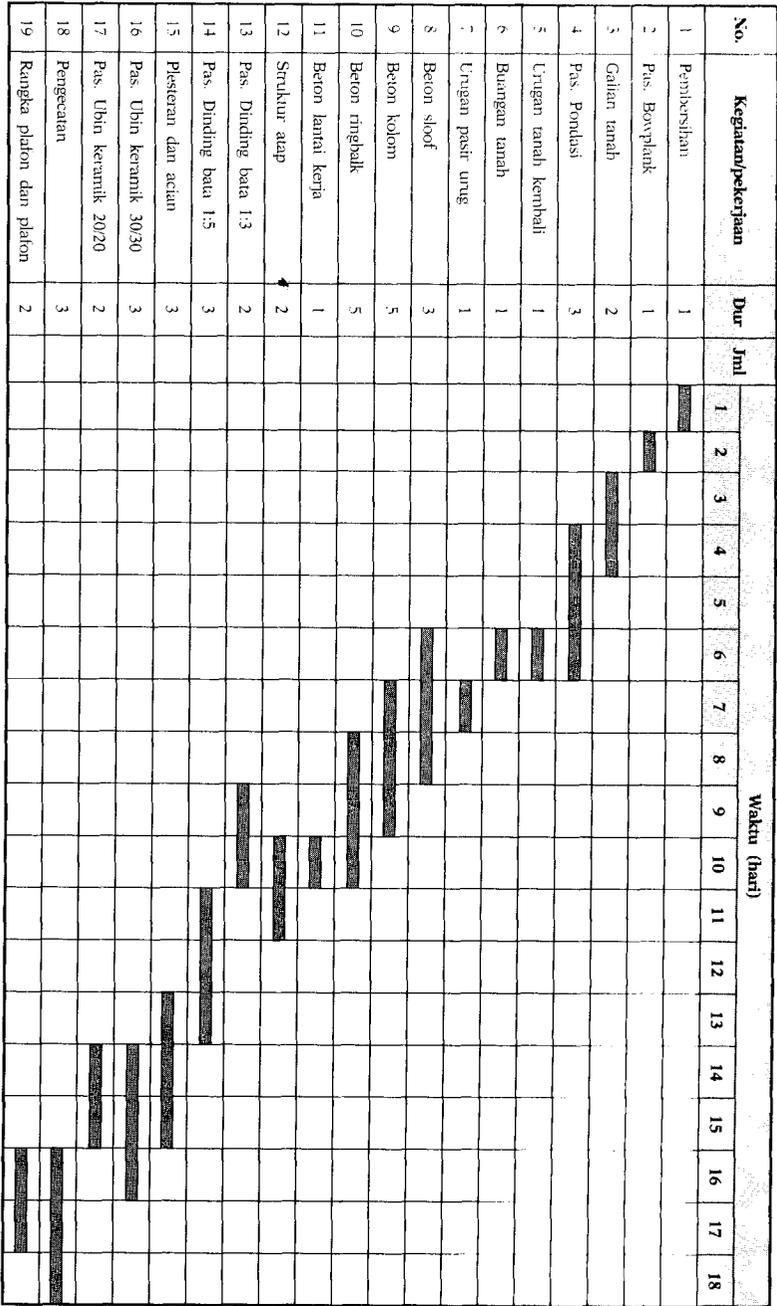
Data hasil perhitungan material di atas kemudian dipindahkan ke barchart guna mengetahui kapan tepatnya material dibutuhkan pada setiap item pekerjaan/aktivitas. Jumlah Semen misalnya, pada contoh di atas adalah 153,29 sak diletakkan pada kegiatan pasangan batu kali, yang kemudian dibagi terhadap durasi proyek sehingga didapat jumlah per periode kegiatannya.

Daftar Kebutuhan Material

No.	Kegiatan/pekerjaan	Pasir pasang	Pasir beton	Semen	Besi d10	Batu bata
1	Pembersihan					
2	Pas. Bowplank					
3	Galian tanah					
4	Urugan tanah kembali					
5	Buangan tanah sisa					
6	Urugan pasir urug					
7	Pas. fondasi	19,65				
8	Beton sloof					
9	Beton kolom					
10	Beton ringbalk					
11	Beton lantai kerja					
12	Struktur atap					
13	Pas. Diding Bata 1:3	34,20				
14	Pas. Dinding bata 1:5					
15	Plesteran dan acian					
16	Pas. ubin keramik 30/30					
17	Pas. ubin keramik 20/30					
18	Pengecatan					
19	Rangka plafon & plafon					
20	Kusen					
21	Pas. Genteng					
22	ME					
23	Penyelesaian					
Jumlah						

Dan seterusnya.

Tabel 5.2 Tabel Contoh Daftar Kebutuhan Material

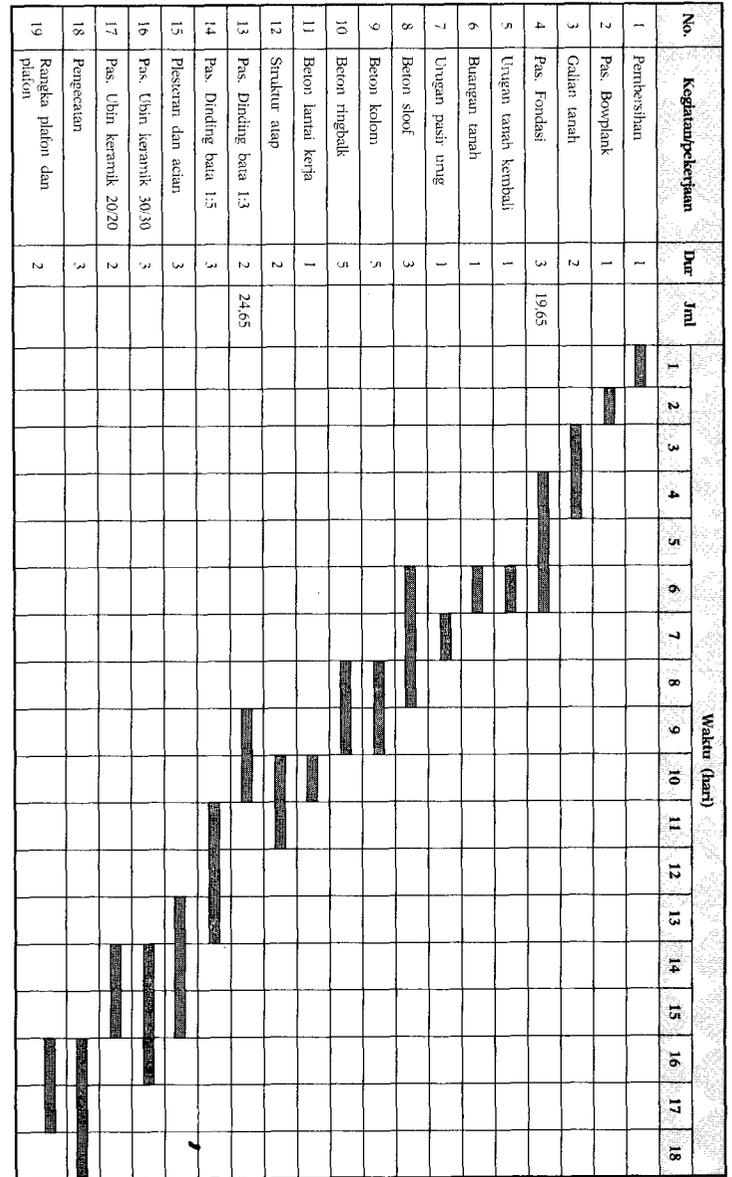


Gambar 5.2 Contoh Barchart Rencana Penjadwalan Tenaga Kerja

Tukang batu

Contoh barchart untuk penjadwalan material adalah sebagai berikut.

Contoh Barchart Rencana Pemasukan Material Pembuatan Pos Keamanan



Semen

Gambar 5.3 Contoh Barchart Rencana Pemasukan Material

E. Soal/Latihan

1. Jelaskan kelebihan dan kekurangan metode penjadwalan *Barchart*.
2. Jelaskan bagian-bagian penting yang harus disertai dalam pembuatan *Barchart*.
3. Buatlah *barchart* dari tabel berikut ini sesuai dengan urutan pekerjaannya.

Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Durasi
1	Pekerjaan Fondasi	6
2	Pekerjaan Struktur Baja	4
3	Pekerjaan Atap	4
4	Pekerjaan Dinding	2
5	Pekerjaan Lantai	6
6	Pekerjaan Pintu dan Jendela	2
7	Pekerjaan Mekanikal	14
8	Pekerjaan Elektrikal	14
9	Pekerjaan Penyelesaian	5

4. Buatlah *Barchart* dari tabel jaringan kerja berikut ini.

Aktivitas	Aktivitas Sebelum	Durasi
a	-	4
b	a	3
c	a	5
d	a	4
e	b	5
f	c, e	3
g	b	2
h	b, d	2
i	b, d	4
j	f, g, h	3

F. Ringkasan

1. *Barchart* merupakan salah satu metode penjadwalan yang sederhana dan mudah dimengerti.
2. *Barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan.
3. Cara membuat *barchart* dapat dilakukan dengan langkah: tentukan aktivitas-aktivitas yang akan ditampilkan. Aktivitas ini dapat dibuat dengan memecahkan pekerjaan menjadi kegiatan-kegiatan terkecil, selanjutnya tentukan durasi dari setiap kegiatan atau aktivitas, dan tentukan urutan dan letakkan setiap balok sesuai dengan kegiatan dan durasinya.
4. *Barchart* dapat dimanfaatkan untuk membuat jadwal kebutuhan material dan tenaga kerja dengan membagi jumlah kedua hal tersebut dengan durasi setiap aktivitas.

PRECEDENCE DIAGRAMMING METHOD (PDM)

Metode lain yang merupakan bagian dari penjadwalan jaringan kerja adalah metode Diagram Preseden atau lebih dikenal dengan *Precedence Diagramming Method (PDM)*. Setelah membaca dan mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa dapat:

1. menjelaskan pengertian metode PDM;
2. menyebutkan cara membuat penjadwalan proyek dengan metode PDM;
3. membuat penjadwalan proyek dengan metode PDM;
4. menghitung durasi proyek pada penjadwalan proyek dengan metode PDM;
5. membuat Lintasan Kritis dan Kegiatan kritis proyek dengan metode PDM.

Media yang digunakan adalah *Power Point slide*.

A. Pengertian Metode PDM

Precedence Diagramming Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau Rencana Jaringan Kerja. Berbeda dengan AOA yang menitikberatkan kegiatan pada anak panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga *Activity on Node*.

Istilah '*precedence diagramming*' pertama kali muncul di tahun 1964 pada perusahaan IBM. PDM merupakan versi yang lebih kompleks dari *Activity on Node* - AON (Callahan, 1992).

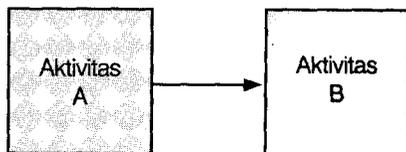
Ada beberapa perbedaan antara *Activity on Arrow* (AOA), AON dengan PDM, yaitu sebagai berikut.

1. Pada AOA, kegiatan ditampilkan dengan anak panah, sedangkan AON dan PDM menggunakan node. Anak panah menunjukkan hubungan lgos antara kegiatan.
2. Pada AOA bentuk node adalah lingkaran, sementara pada AON dan PDM bentuk node adalah persegi panjang.
3. Ukuran node pada AON dan PDM lebih besar dari node AOA karena berisi lebih banyak keterangan.
4. Metode perhitungan AOA dan PDM sedikit berbeda.

Berikut adalah contoh bentuk PDM sederhana.

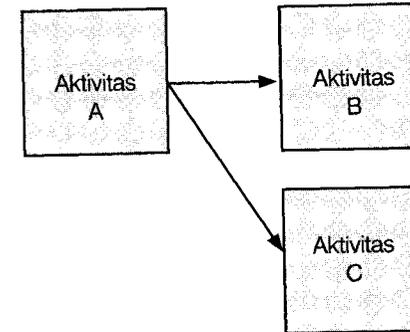
Contoh 1

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	A



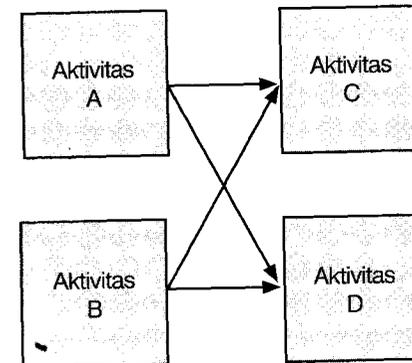
Contoh 2

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	A
C	A



Contoh 3

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	-
C	A, B
D	A, B



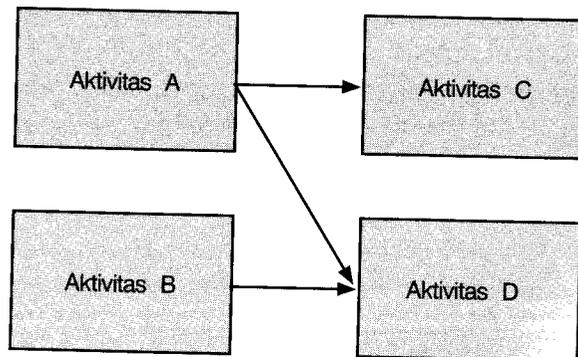
Sebuah PDM tanpa perhitungan jaringan kerja seperti pada contoh-contoh di atas, disebut diagram *layout*, yaitu diagram sederhana berupa sketsa dari serangkaian kegiatan dalam suatu

jaringan kerja. PDM memisahkan kegiatan-kegiatan dari urutannya. Aktivitas adalah node dan urutan adalah anak panah. Sebagai hasil, penggunaan *dummy* pada AOA tidak dibutuhkan pada PDM.

Pada contoh empat, PDM menunjukkan urutan aktivitas di mana sekumpulan kegiatan atau aktivitas dimulai sesudah kegiatan sebelumnya selesai, tetapi tidak semua kegiatan.

Contoh 4

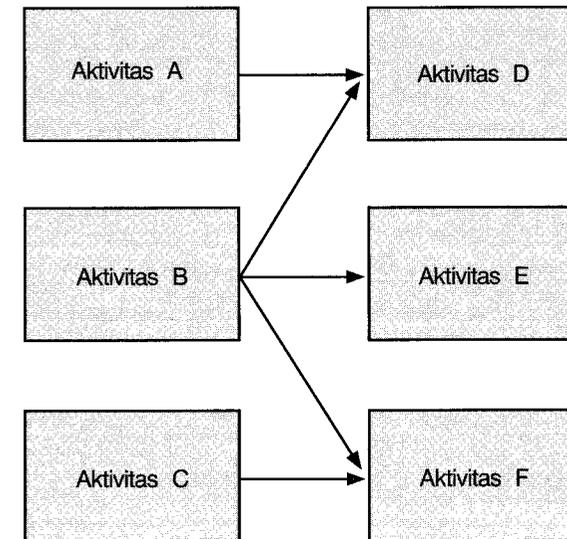
Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	-
C	A
D	A, B



Urutan berikutnya dari suatu kegiatan juga dapat dibuat dalam PDM di mana suatu aktivitas dapat dimulai setelah beberapa aktivitas sebelumnya selesai. Jika menggunakan diagram AOA, maka dibutuhkan 2 *dummy* untuk menunjukkan hal tersebut. Namun, pada PDM tidak dibutuhkan *dummy*. Hal itu dapat terlihat pada contoh berikut.

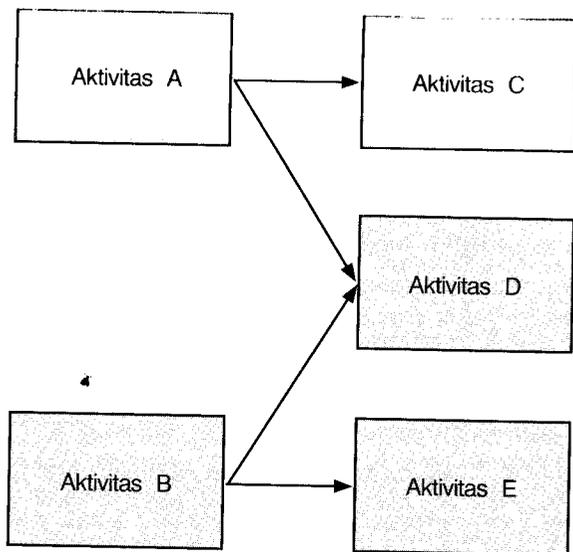
Contoh 5

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	-
C	-
D	A, B
E	B
F	B, C



Contoh 6

Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	-
C	A
D	A, B
E	B

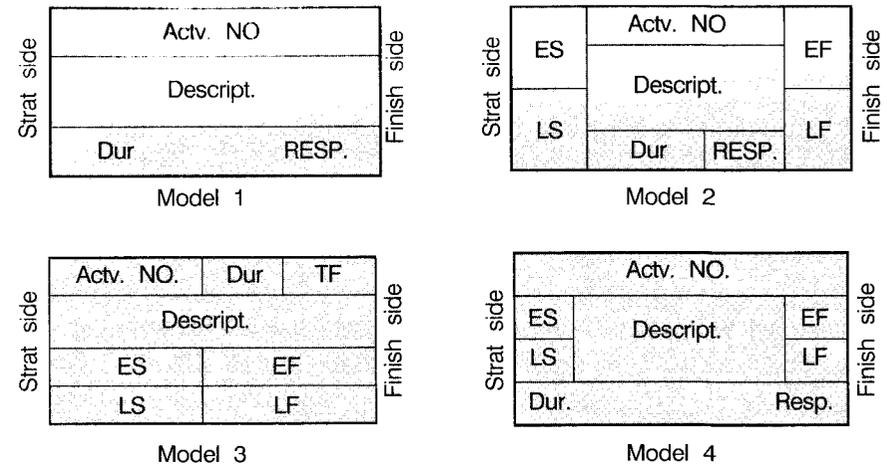


Contoh 6 menunjukkan hal yang dapat dilakukan PDM dan tidak dapat dilakukan oleh diagram AOA, yaitu aktivitas yang dimulai setelah dua aktivitas sebelumnya selesai.

Dalam *Precedence Diagramming Method*, aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan nodes yang berbentuk kotak dan berukuran besar. Di dalam node tersebut biasanya diisi hal hal sebagai berikut.

1. Durasi.
2. Nomor kegiatan atau aktivitas.
3. Deskripsi aktivitas.
4. ES, EF, LS, LF.
5. Float yang terjadi.

Bentuk bentuk node pada PDM bermacam macam, seperti contoh contoh di bawah ini:



Gambar 6.1 Beberapa Model Node AON dan PDM (Callahan, 1992)

Apa pun bentuk dan isi node yang dipilih tidak menjadi masalah sejauh penjadwal konsisten dengan node pilihannya. Beberapa program komputer memiliki metode sendiri untuk mengindikasikan kegiatan-kegiatan dengan metode PDM, sementara yang lainnya membebaskan penjadwal memilih informasi yang akan ditampilkan pada node.

B. Hubungan Logika dalam PDM

Dari Gambar 6.1 terlihat bahwa aktivitas pada node AON dan PDM memiliki "sisi mulai" pada sebelah kiri node dan "sisi selesai" pada sebelah kanan node. Pada AON/PDM, baik anak panah dimulai atau berakhir pada "sisi mulai" atau "sisi selesai" tidak menjadi masalah. Karena pentingnya "sisi" node pada PDM, maka metode ini menggunakan kepala anak panah untuk menunjukkan arah hubungan antarkegiatan seperti halnya dengan AON.

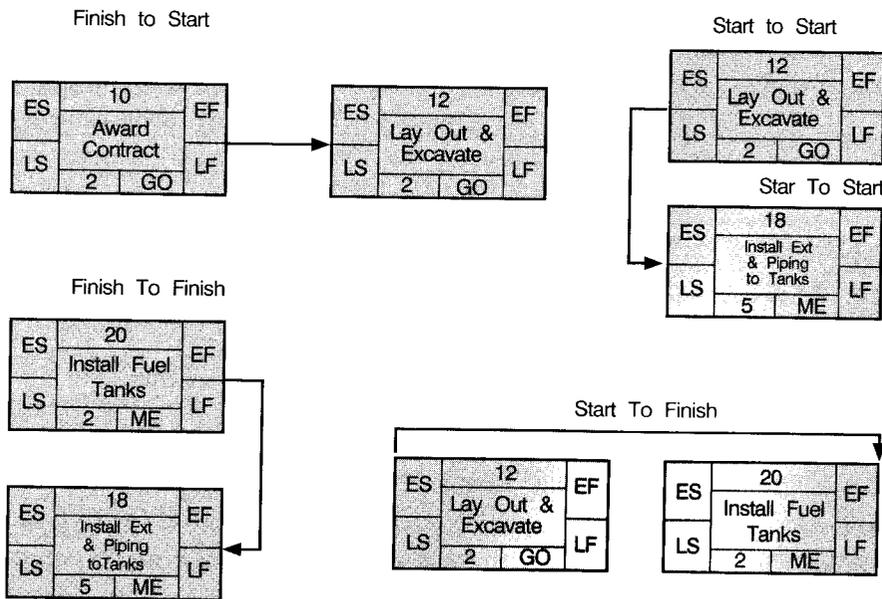
Pada PDM, model hubungan antarkegiatan lebih fleksibel jika dibandingkan dengan diagram, AON dan AOA. Pada metode

diagram AON dan AOA, hanya boleh digunakan satu jenis hubungan logis antara aktivitas, yaitu suatu kegiatan tidak dapat dilakukan jika kegiatan sebelumnya belum selesai. Berlawanan dengan hal tersebut, PDM, menggunakan empat hubungan logis di antara aktivitas-aktivitasnya. Metode PDM dapat juga menggunakan konsep *lag* (jarak hari) antarkegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan.

Keempat hubungan logis tersebut, yaitu:

1. *Finish to Start* (FS),
2. *Start to Start* (SS),
3. *Finish to Finish* (FF), dan
4. *Start to Finish* (SF).

Hubungan logis *Finish to Start* (FS) pada PDM merupakan hubungan logis yang terjadi pada metode AOA dan AON. Jika hanya FS yang digunakan pada PDM, berarti penjadwalan tersebut sama dengan metode AOA dan identik dengan metode AON.



Gambar 6.2 Empat Hubungan Logis pada PDM (Callahan, 1992)

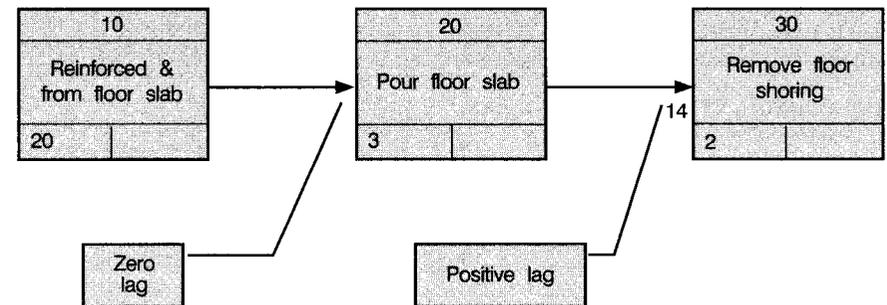
Berikut adalah uraian penjelasan mengenai keempat hubungan logis pada PDM (Callahan, 1992):

1. Hubungan *Finish to Start* (FS)

Hubungan *finish to start* merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Hubungan ini juga merupakan hubungan yang terjadi pada diagram AOA. Suatu Aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan *finish to start* dapat dibuat dalam tiga jenis jika *lag* digunakan, yaitu *lag nol*, *lag positif*, dan *lag negatif*.

Gambar 6.3 menunjukkan hubungan *finish to start* dengan *lag nol* dan *lag positif*.

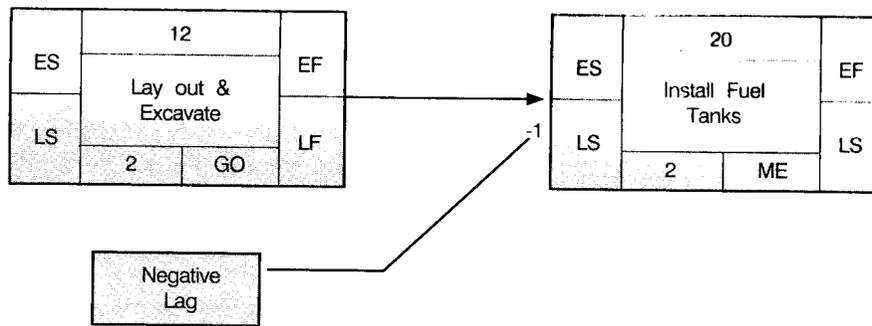
Lag positif biasa digunakan untuk situasi di mana kebutuhan material untuk perawatan atau penguatan sebelum pekerjaan lain dilakukan. Contohnya, bekisting beton tidak dapat dilepaskan sebelum beton mengeras. Mengerasnya beton membutuhkan waktu.



Gambar 6.3 Hubungan *Finish to Start* dengan *Lag Positif* dan *Lag Nol*

Gambar 6.3 menunjukkan hubungan tipikal untuk pembesian dan pemasangan bekisting dengan pengecoran plat. *Lag nol* ditunjukkan pada akhir kegiatan pembesian dan pemasangan bekisting serta di awal kegiatan pengecoran sebab beton dapat dituangkan sesegera mungkin setelah pembesian dan bekisting selesai dilakukan. *Lag 14* hari ditunjukkan di antara penyelesaian pengecoran dengan pelepasan bekisting. Hubungan menjelaskan bahwa kegiatan 20 harus menunggu 14 hari sebelum pembongkaran bekisting dilakukan.

Lag Negatif digunakan dalam situasi di mana suatu aktivitas diijinkan dilakukan sebelum aktivitas sebelumnya selesai. *Lag* ini dapat ditunjukkan dalam Gambar 6.4 berikut ini.

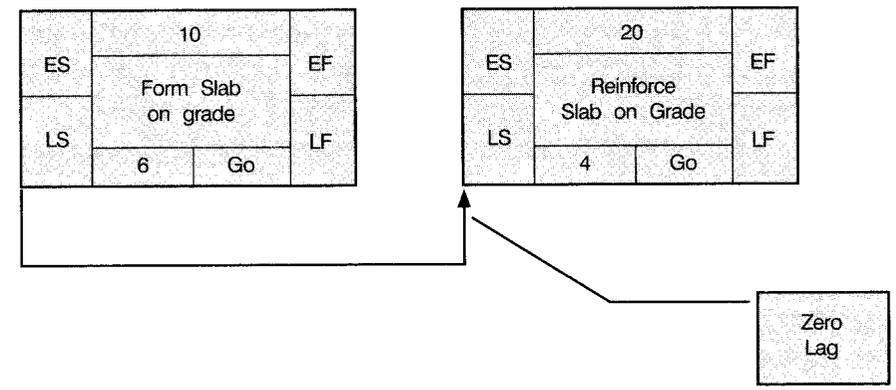


Gambar 6.4 Hubungan Finish to Start dengan Lag negatif

Gambar 6.4 menunjukkan hubungan antara aktivitas penggalian tanah dengan instalasi pipa. Penggalian tanah memiliki durasi 3 hari untuk penyelesaian, tetapi tidak seluruh tiga hari tersebut harus selesai baru pekerjaan instalasi pipa dimulai. Memasuki hari kedua pekerjaan penggalian tanah, pekerjaan instalasi pipa sudah dapat dimulai. Hal ini ditunjukkan dengan menggunakan lag negatif 1 atau -1.

Perhatikan bahwa hubungan *start to start* pada gambar di atas ditunjukkan dengan kegiatan satu di atas lainnya. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam pembacaan jadwal tersebut jika dibandingkan dengan digambarkan berjajar dan anak panah hubungan antarkegiatan tersebut diletakkan di atas atau di bawah node aktivitas.

Hubungan *start to start* dengan lag negatif digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan. Contohnya, pemasangan bekisting dibuat bersamaan dengan pembesian pada pelat beton. Gambar 6.6 menunjukkan hal tersebut.



Gambar 6.6 Hubungan Start to Start dengan Lag Nol

Hubungan *start to start* dengan lag nol juga biasanya dibuat untuk dua kegiatan dengan dua subkontraktor yang berbeda atau dua kegiatan dengan di bawah satu kontraktor; tetapi menggunakan tenaga kerja, material, dan peralatan yang berbeda.

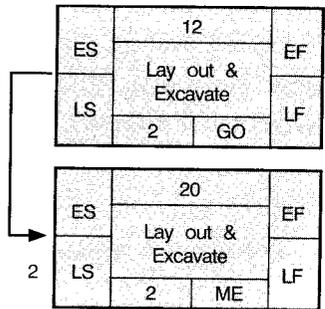
Hubungan *start to start* dengan lag negatif sangat jarang digunakan karena sangat sulit untuk dipahami sehingga lebih baik dihindari.

3. Hubungan Finish to Finish (FF)

Sama halnya dengan hubungan *start to start*, hubungan *finish to finish* digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas.

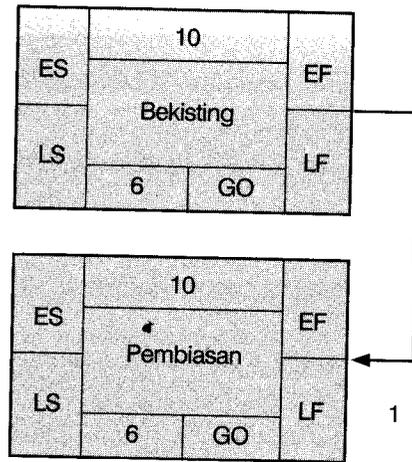
2. Hubungan Start to Start (SS)

Seperti telah dijelaskan dalam hubungan *finish to start* dengan lag negatif, beberapa aktivitas tidak harus menunggu aktivitas sebelumnya selesai. Gambar 6.5 menunjukkan bahwa instalasi pipa dapat dilakukan dua hari setelah mulainya aktivitas penggalian tanah. Hubungan ini dapat juga ditunjukkan dengan menggunakan hubungan *start to start* (SS) dengan lag positif seperti pada Gambar 6.5 berikut.



Gambar 6.5 Hubungan Start to Start dengan Lag Positif

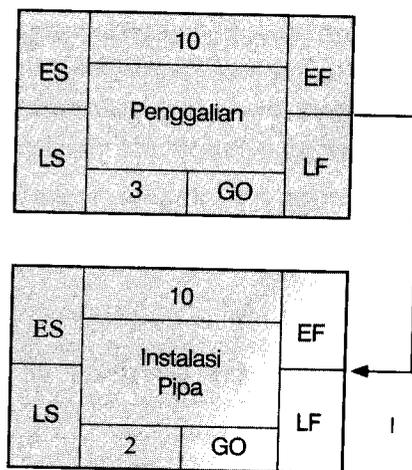
Hubungan *finish to finish* dengan *lag* nol dapat dilihat dalam contoh pada Gambar 6.7 berikut.



Gambar 6.7 Hubungan *Finish to Finish* dengan *lag* nol

Penjelasan gambar di atas adalah ketika bekisting pelat telah selesai dipasang, pekerjaan pembesian pelat juga dapat selesai.

Hubungan *finish to finish* dengan *lag* positif digambarkan dengan instalasi tangki tidak dapat selesai hingga satu hari setelah penyelesaian pengukuran dan penggalian tanah, seperti yang terlihat pada Gambar 6.8 berikut.



Gambar 6.8 Hubungan *Finish to Finish* dengan *Lag* Positif

Hubungan *finish to finish* dengan *lag* negatif dapat dijelaskan dengan contoh pemasangan bekisting pelat tidak dapat selesai hingga satu hari setelah pekerjaan pembesian selesai. Seperti pada hubungan *start to start* dengan *lag* negatif, hubungan *finish to finish* dengan *lag* negatif akan menyulitkan PDM. *Lag* negatif sulit untuk dimengerti dan akan menimbulkan kompleksitas dalam perhitungan maju dan mundur pada PDM. Penggunaan hubungan FF dengan *lag* negatif sebaiknya dihindari.

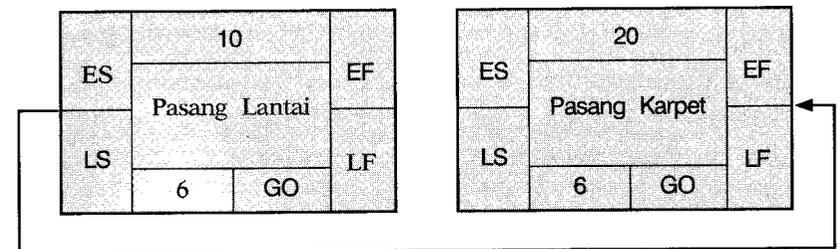
4. Hubungan *Start to Finish*

Penjadwalan dengan menggunakan PDM mengizinkan penggunaan hubungan *start to finish*. Contoh yang dapat diberikan pada hubungan ini adalah sebagai berikut.

Sebuah gedung kantor akan dibangun dengan menggunakan lantai karpet dan kayu. Lantai kayu dapat dipasang sebelum, sesudah, atau bersamaan dengan pemasangan karpet di semua tempat kecuali di kantor direktur, di mana lantai kayu panel sudah harus terpasang baru diikuti dengan pemasangan karpet.

Hubungan yang tepat adalah mulainya kegiatan pemasangan lantai kayu dengan selesainya pekerjaan pemasangan karpet (dengan *lag* positif). Contoh tersebut dapat terlihat pada Gambar 6.9.

Penggunaan hubungan *start to finish* secara umum menghindari kebingungan pada ketidaktergantungan kegiatan pada jadwal.



Gambar 6.9 Hubungan *Start to Finish*

C. Perhitungan Maju dan Mundur pada PDM

Sama halnya dengan metode penjadwalan jaringan kerja AOA, pada *Precedence Diagramming Method* dikenal juga perhitungan maju dan mundur untuk menghitung lamanya atau waktu kerja proyek. Perhitungan maju dan mundur pada PDM dapat dijelaskan sebagai berikut (Soeharto, 1997).

1. Perhitungan Maju pada PDM

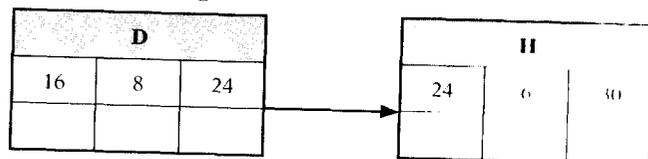
Tujuan dari perhitungan maju pada PDM adalah untuk menentukan waktu mulai paling awal (*early start*) yang terjadi. Misalnya, berapakah ES pada suatu aktivitas atau kegiatan yang mungkin dimulai atau berakhir? Untuk membuat perhitungan maju dibutuhkan data kurun waktu aktivitas atau durasi. Ketentuan dalam perhitungan maju adalah sebagai berikut.

1. Angka terkecil yang dapat terjadi pada ES adalah nol. Jadi, aktivitas pertama yang dibuat ES-nya adalah nol.
2. Aktivitas EF adalah aktivitas ES dijumlahkan dengan durasinya
 $EF = ES + D$
3. Nilai ES pada kegiatan berikutnya didapatkan dengan menambahkan lag pada anak panah dengan nilai EF pada kegiatan sebelumnya sesuai dengan hubungan logis di antara kegiatan tersebut.

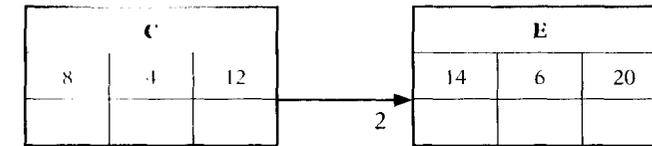
Contoh:

Aktivitas		
ES	D	EF
LS	TF	LF

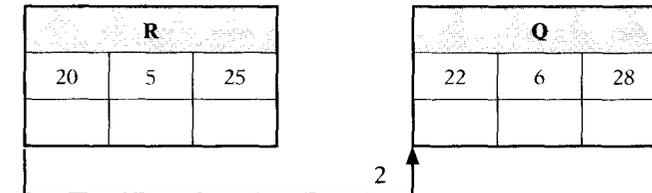
FS dengan lag nol



FS dengan lag dua



SS dengan lag dua



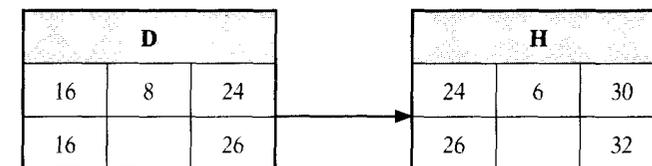
2. Perhitungan Mundur pada PDM

Perhitungan mundur diselesaikan dengan menghitung durasi dari kanan ke kiri diagram. Pada saat melakukan perhitungan mundur, maka kotak *Late start* dan *late finish* akan terisi. Langkah perhitungan mundur adalah sebagai berikut.

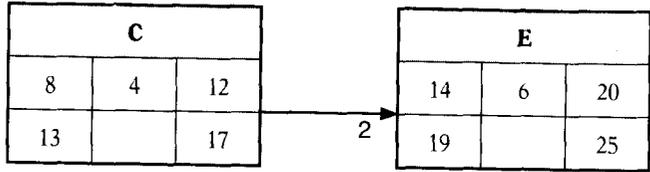
- a. Nilai terbesar yang mungkin terjadi untuk LS atau LF adalah nilai durasi proyek.
- b. Nilai LS adalah LF dikurangi durasi kegiatan.
- c. Nilai LF pada kegiatan sebelum didapat dari nilai LS dikurangi lag pada anak panah pada kegiatan sesudah.

Contoh:

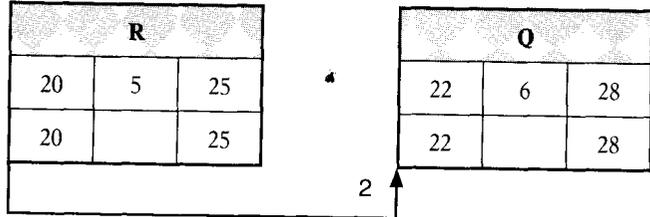
FS dengan lag nol



FS dengan lag 2



SS dengan lag 2

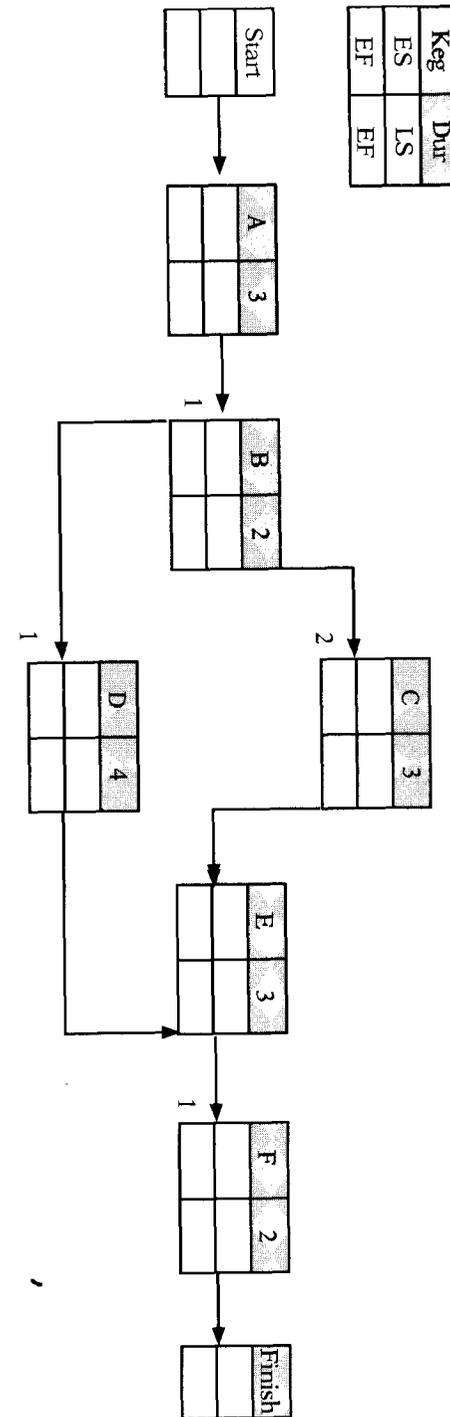


Berikut adalah contoh soal PDM Sederhana.

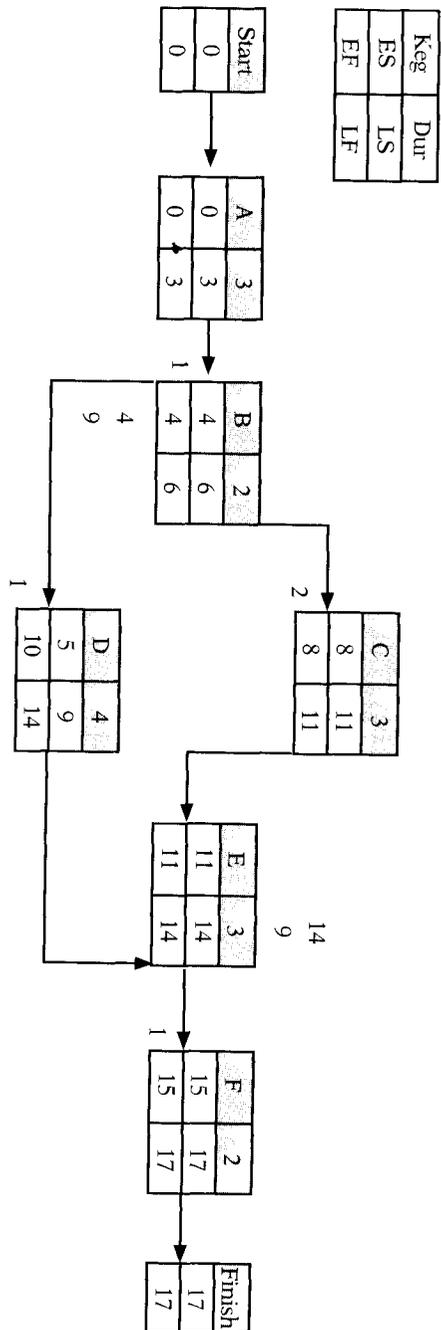
Contoh 1

Kegiatan	Durasi	Constrain
A	3	A - B (FS = 1)
B	2	B - C (FS = 2), B - D (SS = 1)
C	3	C - E (FS = 0)
D	4	D - E (FF = 0)
E	3	E - F (FS = 1)
F	2	

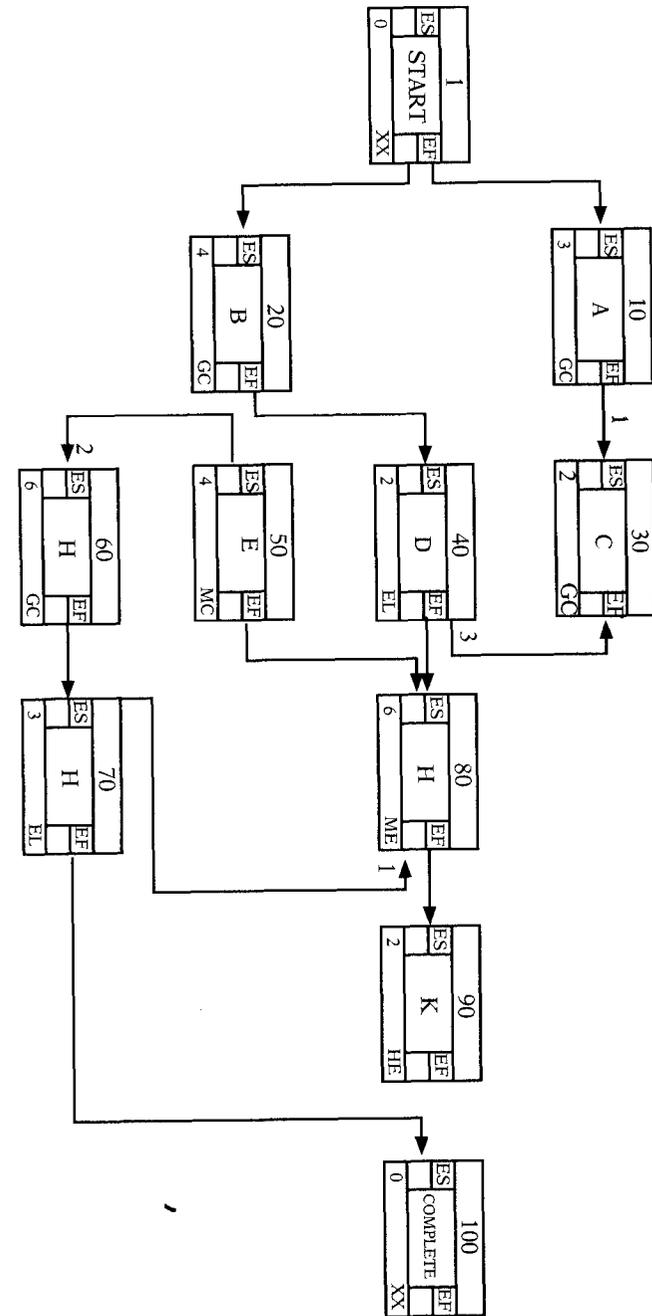
1. Buatlah punjangan kerja PDM dari soal di atas terlebih dahulu



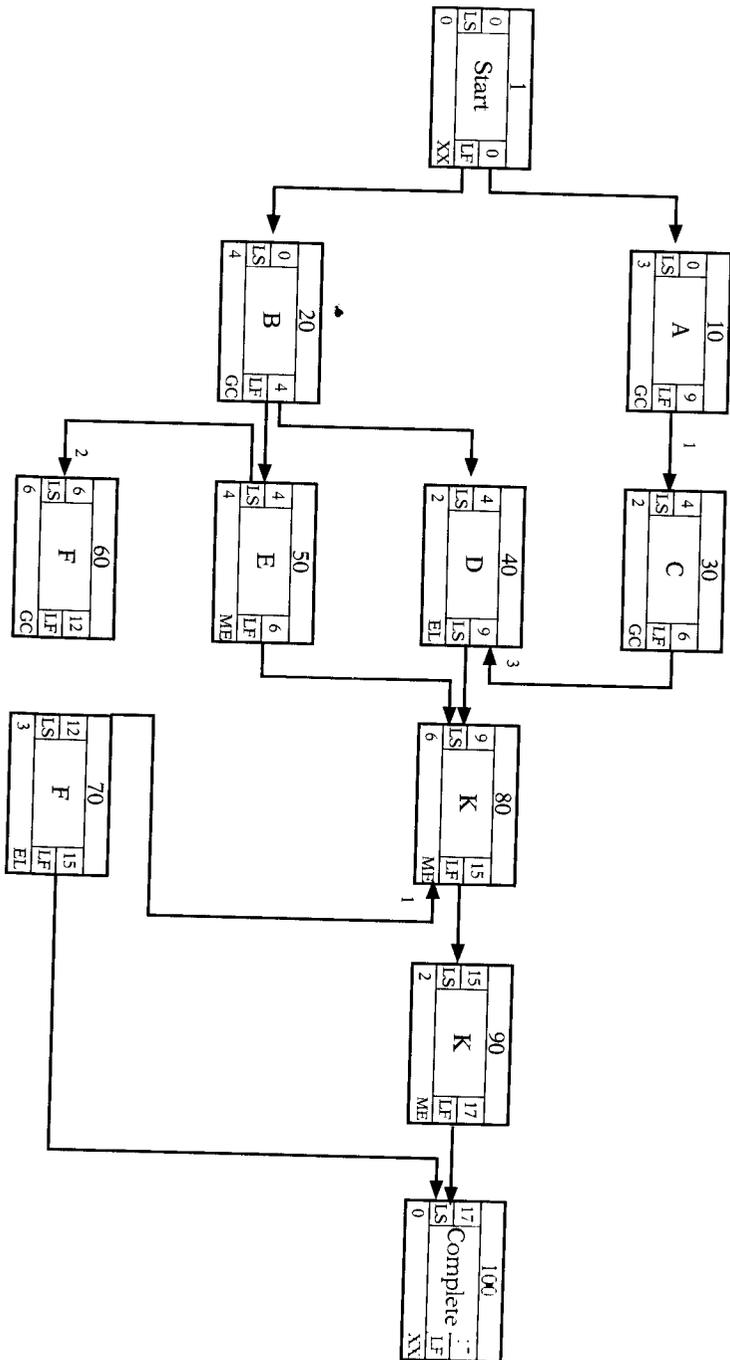
- Isikan angka-angka hasil perhitungan maju dan mundur sesuai petunjuk sebelumnya.
- Didapat durasi proyek adalah 17.



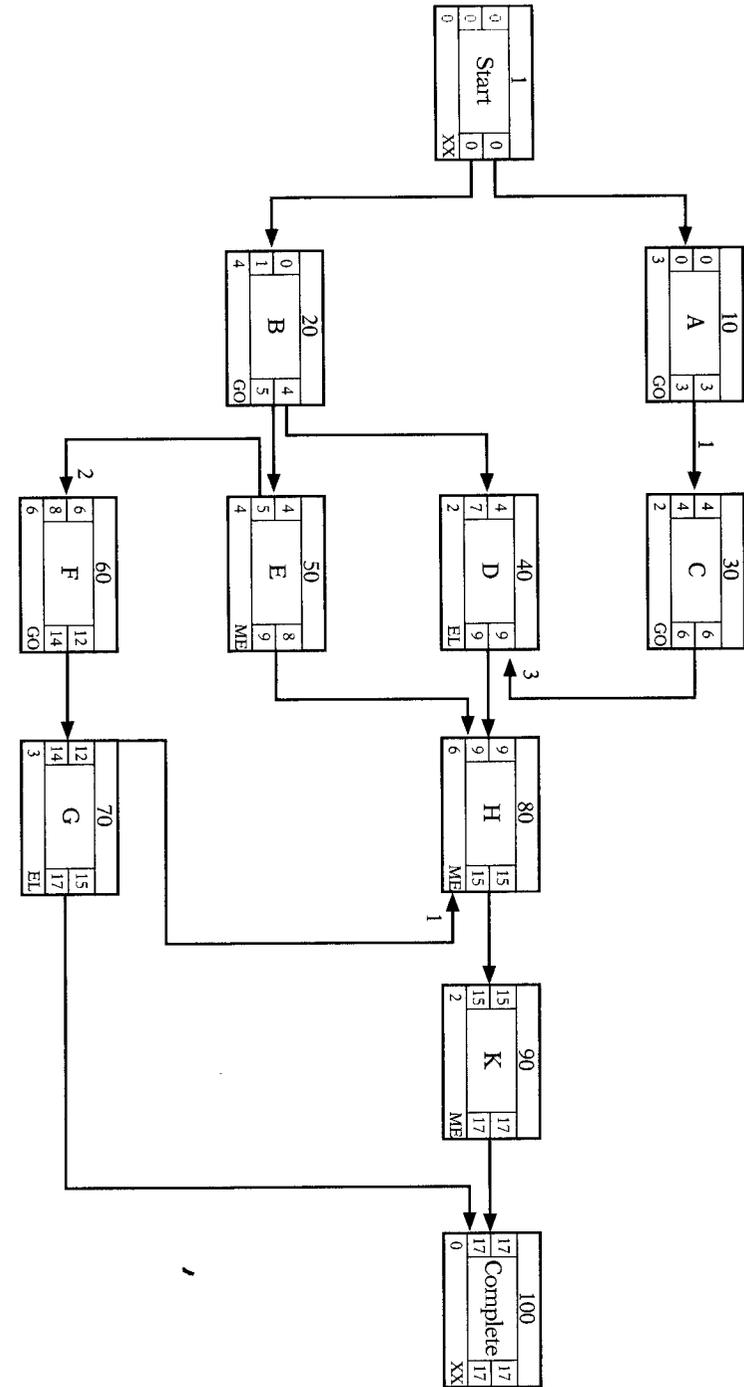
Contoh 2 (Callahan, 1992)
1. Sebelum Perhitungan Maju



2. Perhitungan Maju dan Sebelum Perhitungan Mundur



3. PDM dengan Perhitungan Maju dan Mundur



D. Lintasan Kritis

Jalur dan lintasan kritis pada PDM mempunyai sifat yang sama seperti metode jaringan kerja AOA, yaitu:

- waktu mulai paling awal dan akhir harus sama;
 $ES = LS$
- waktu selesai paling awal dan akhir harus sama;
 $EF = LD$
- kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal;
 $LF - ES = D$
- bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

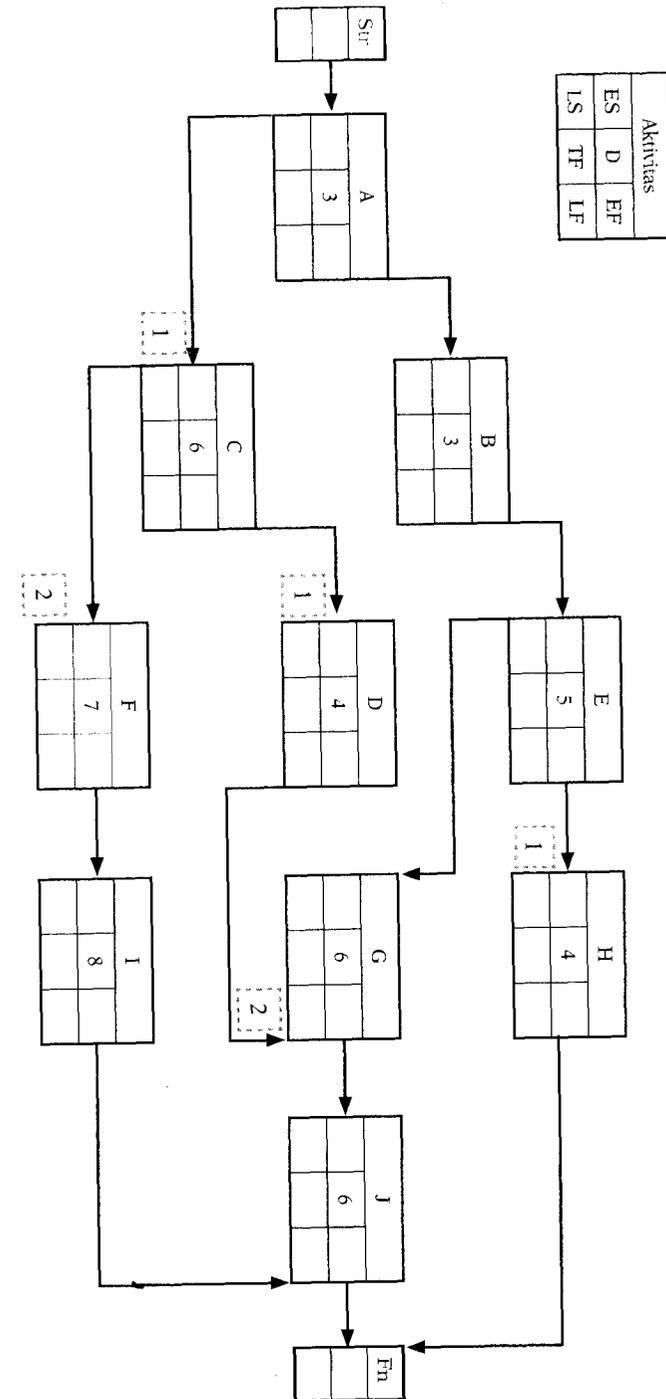
Berikut adalah contoh pembuatan penjadwalan dengan PDM.

Contoh 3

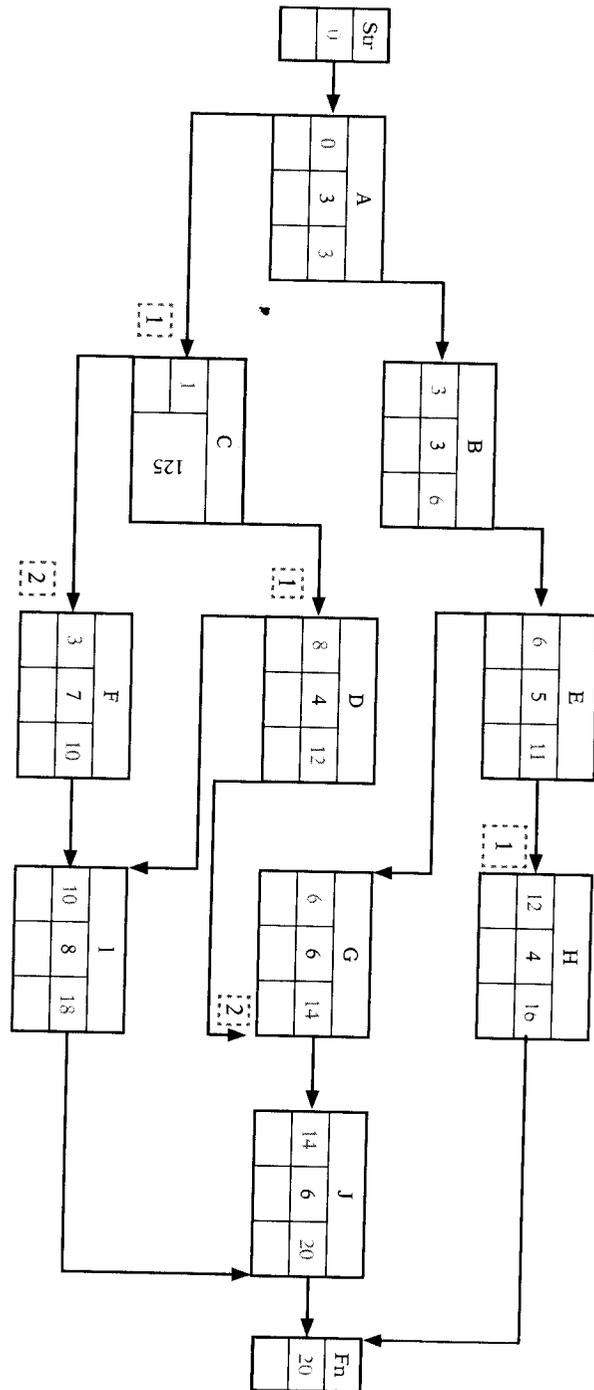
Buatlah penjadwalan dengan metode PDM dari tabel yang diketahui seperti di bawah ini:

Kegiatan	Durasi	Hubungan Logis
A	3	A - B (FS = 0)
		A - C (SS = 1)
B	3	B - E (FS = 0)
C	6	C - D (FS = 1)
		C - F (SS = 2)
D	4	D - G (FF = 2)
E	5	E - G (SS = 0)
		E - H (FS = 1)
F	7	F - I (FS = 0)
G	6	G - J (FS = 0)
H	4	
I	8	I - J (FF = 0)
J	6	

1. Buatlah gambar kerja PDM terlebih dahulu.

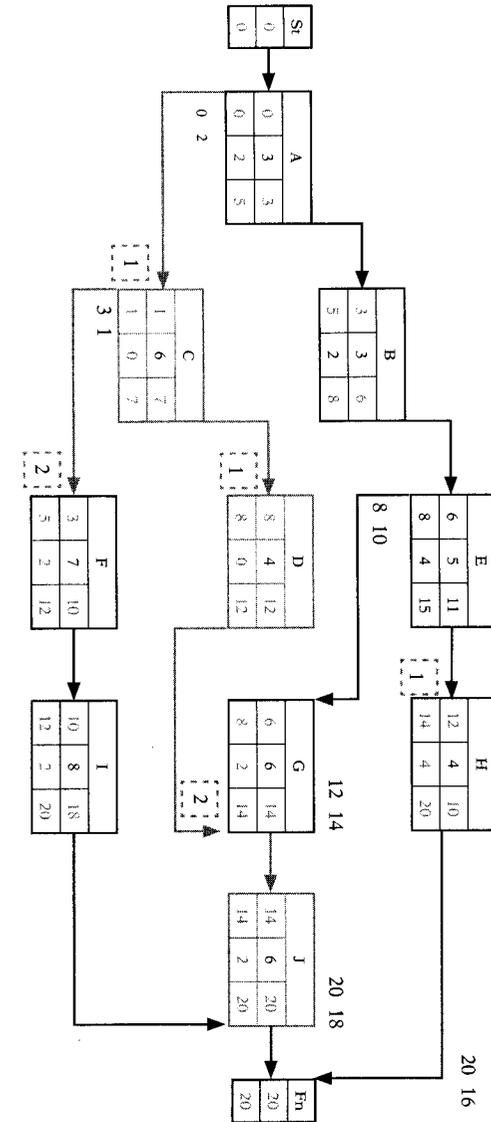


2. Buatlah Perhitungan Maju



3. Buatlah Perhitungan Mundur

Kegiatan dan lintasan kritis (jalur merah): A, C, D, G, J



E. Kegunaan PDM

Precedence Diagramming Method memberikan cara yang lebih mudah untuk menjelaskan hubungan logis antarkegiatan konstruksi yang kompleks, khususnya jika terjadi kegiatan-kegiatan yang

terjadi bersamaan. PDM juga cenderung lebih kecil dalam ukuran pembuatannya. Hal yang paling utama dalam pembuatan PDM adalah, bahwa PDM lebih cepat dalam persiapan pembuatannya sehingga penjadwal tidak membutuhkan banyak waktu dalam mempersiapkan jadwal PDM. Selain itu, PDM juga menghapus kebutuhan akan kegiatan *dummy* dan detail tambahan untuk menunjukkan *overlap* antarkegiatan (Callahan, 1992).

PDM sangat berguna pada saat menyajikan kegiatan-kegiatan konstruksi yang berulang atau repetitif, seperti pada proyek pembangunan gedung bertingkat ataupun jalan raya. Metode ini mampu membuat model dari kegiatan-kegiatan yang saling bertumpuk tanpa harus membagi kegiatan-kegiatan tersebut. Penambahan hubungan antarkegiatan dapat dilakukan pada PDM dan dapat mengarahkan penjadwal untuk berasumsi bahwa hasil jadwal akan lengkap dan akurat. Kegagalan dalam mempertimbangkan hubungan dalam membuat penjadwalan akan membuat sebuah PDM menjadi setidak akurat penjadwalan dengan *barchart*.

PDM yang menggunakan *lag* menambahkan elemen ketidakpastian dan banyaknya jenis hubungan dalam penjadwalan ini menyebabkan analisis jaringan kerjanya menjadi lebih sulit dibandingkan dengan metode diagram AOA. Karena hal ini, biasanya penjadwal menyarankan penggunaan hubungan hanya *finish-to-start* (FS) untuk menghindari penumpukan (*overlap*) dan *lag* sehingga jadwal menjadi lebih mudah dimengerti dan dianalisis. Akan lebih mudah menganalisis sebuah jaringan kerja dengan hubungan antarkegiatan yang sederhana. Hubungan logis *Start-to-start*, *start-to-finish*, atau *finish-to-finish* sebaiknya digunakan hanya jika terjadi hubungan antarkegiatan yang tidak dapat direpresentasikan dengan hubungan *finish-to-start*.

F. Soal/Latihan

1. Jelaskan perbedaan-perbedaan antara penjadwalan dengan PDM, diagram AON, dan diagram AOA!
2. Jelaskan kelebihan-kelebihan menggunakan penjadwalan dengan PDM!

3. Jelaskan hubungan logis yang terjadi pada jaringan kerja dengan PDM. Tambahkan contoh-contoh dari setiap hubungan logis tersebut.
4. Buatlah penjadwalan dengan PDM dari tabel berikut ini.

Kegiatan	Durasi	Hubungan Logis
A	3	A - C (SS = 0)
		A - B (FS = 2)
B	3	B - D (FS = 0)
		B - E (SS = 2)
C	8	C - D (FF = 5)
D	4	-
E	2	-

5. Diketahui urutan pekerjaan seperti tabel di bawah ini. Buatlah jaringan kerja PDM, tentukan kegiatan dan lintasan kritisnya!

Kegiatan	Durasi	Hubungan Logis
A	3	A - C (FS = 1)
B	2	B - D (FS = 1)
		B - E (SS = 2)
C	3	C - D (SS = 0)
		C - F (FF = 5)
D	4	D - F (FS = 3)
		D - G (FS = 1)
E	3	E - G (FS = 1)
F	2	-
G	4	-

6. Buatlah jaringan kerja dengan metode PDM berdasarkan data di bawah ini. Tentukan kegiatan dan lintasan kritisnya!

Kegiatan	Durasi	Hubungan Logis
A	8	A - B (SS = 1)
		A - D (FS = 4)
B	9	B - C (FS = 0)
C	6	C - F (SS = 0)
		C - H (FS = 2)
D	3	D - H (FS = 0)
E	6	E - I (FS = 0)
F	2	F - G (FS = 0)
G	12	G - J (FS = 0)
		G - M (FS = 0)
H	7	H - I (FS = 0)
		H - J (FS = 0)
I	9	I - K (FS = 0)

J	4	J - I (FS = 0)
K	8	K - I (SS = 3)
		K - N (FS = 0)
L	3	L - M (SS = 0)
M	6	
N	4	

G. Ringkasan

1. *Precedence Diagramming Method* (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau Rencana Jaringan Kerja. Berbeda dengan AOA yang menitikberatkan kegiatan pada anak panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga *Activity on Node*.
2. Berlawanan dengan hal tersebut, PDM menggunakan empat hubungan logis di antara aktivitas-aktivitasnya. Metode PDM dapat juga menggunakan konsep **lag** (jarak hari) antarkegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan. Keempat hubungan logis tersebut, yaitu *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), *Start to Finish* (SF).
3. Jalur dan lintasan kritis pada PDM mempunyai sifat yang sama seperti AOA, yaitu waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$), waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$), dan kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$).
4. PDM sangat berguna pada saat menyajikan kegiatan-kegiatan konstruksi yang berulang atau repetitif, seperti pada proyek pembangunan gedung bertingkat ataupun jalan raya. Metode PDM tidak membutuhkan kegiatan *dummy* sehingga akan mempermudah dalam membaca dan mengerti jadwal tersebut. Namun, PDM tidak memiliki struktur yang sama dengan diagram AOA dan juga tidak memiliki hasil yang sama dalam perhitungan matematik serta penyelesaian jadwal proyek.

KURVA S DAN ARUS KAS RENCANA

Perencanaan dan pengendalian biaya dapat direpresentasikan dengan Kurva S dan pembuatan Arus Kas (*Cashflow*) rencana. Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan dapat:

1. menjelaskan pengertian Kurva S;
2. menyebutkan langkah-langkah membuat Kurva S;
3. membuat Kurva S;
4. menjelaskan pengertian Arus Kas Rencana;
5. menyebutkan cara membuat Arus Kas Rencana;
6. membuat Arus Kas Rencana.

Media yang digunakan adalah *Power Point Slide*.

A. Pengertian Kurva S

Kurva S adalah hasil plot dari *Barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Definisi lain, kurva S adalah grafik yang

dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Socharto, 1997). Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011).

Dari beberapa definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa kegunaan dari Kurva S adalah sebagai berikut.

1. Untuk menganalisis kemajuan/progres suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S actual (Iman Socharto, 1998).

B. Langkah Pembuatan Kurva S

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam membuat sebuah kurva S Rencana menurut Bachtiar Ibrahim, adalah sebagai berikut (Ibrahim, 1993).

1. Mencari % Bobot Biaya Setiap Pekerjaan

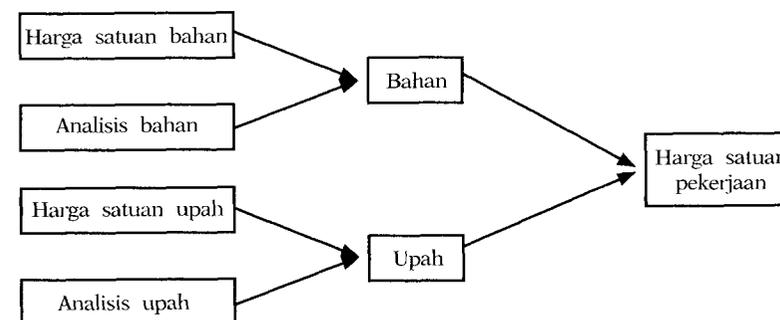
Bobot pekerjaan didefinisikan besarnya pekerjaan siap, dibandingkan dengan pekerjaan siap seluruhnya dan dinyatakan dalam bentuk persen (Ibrahim 2008).

Pekerjaan siap seluruhnya dinilai 100%. Untuk mengetahui bobot pekerjaan dilihat dari rencana anggaran biaya yang telah disusun sebelumnya. Uraian untuk mendapatkan nilai bobot pekerjaan digambarkan dalam skema sebagai berikut:

$$\text{Persentase bobot pekerjaan} = \frac{v \times \text{Harga satuan Pekerjaan}}{\text{Harga Bangunan}} \times 100\%$$

Nilai persentase bobot pekerjaan per masing-masing pekerjaan didapat dari harga satuan pekerjaan dan harga bangunan. Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan di lokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah (Ibrahim 2008).

Analisis bahan adalah analisis bahan suatu pekerjaan, menghitung banyaknya volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Analisis upah adalah menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. Harga satuan pekerjaan itu apabila diskemakan adalah sebagai berikut:.



Gambar 7.1 Skema Mencari Harga Satuan Pekerjaan

Harga bangunan adalah jumlah dari masing-masing hasil perkalian volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara lengkap harga bangunan adalah total jumlah volume dikalikan dengan harga satuan pekerjaan. Setelah harga bangunan diperoleh, maka dapat dihitung persentase bobot pekerjaan per masing-masing pekerjaan.

Sebagai contoh untuk menghitung bobot pekerjaan dari pekerjaan pasangan tembok 1 : 4.

Diketahui:

$$\text{Volume pasangan tembok} = 20,98 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga Satuan} = \text{Rp. } 57.043,50/\text{m}^2$$

$$\text{Harga total bangunan} = \text{Rp. } 19.855.467$$

Ditanya:

Persentase bobot pekerjaan pasangan tembok 1:4?

Jawab:

$$\text{Persentase bobot pekerjaan} = \frac{v \times \text{Harga satuan Pekerjaan}}{\text{Harga Bangunan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase bobot pekerjaan} = \frac{20,98 \times 57.043,50}{19.855.47} = 0,060 \times 100\% = 6\%.$$

Jadi, pekerjaan pasangan tembok yang telah siap seluruhnya mempunyai persentase bobot pekerjaan sebesar 6% terhadap pekerjaan bangunan seluruhnya.

2. Membagi % Bobot Biaya Pekerjaan pada Durasi

Setelah bobot didapatkan, maka ditempatkan pada kolom bobot di barchart yang tersedia. Bobot yang didapat dibagi dengan durasi pekerjaan/kegiatan sehingga didapat bobot biaya untuk setiap periodenya.

3. Menjumlahkan % Bobot Biaya Pekerjaan pada Setiap Lajur Waktu

Berikutnya adalah menjumlahkan bobot biaya sesuai dengan kolom lajur waktu dan hasilnya ditempatkan pada bagian bobot biaya di bagian bawah barchart.

4. Membuat Kumulatif dari % Bobot Biaya Pekerjaan pada Lajur % Kumulatif Bobot Biaya

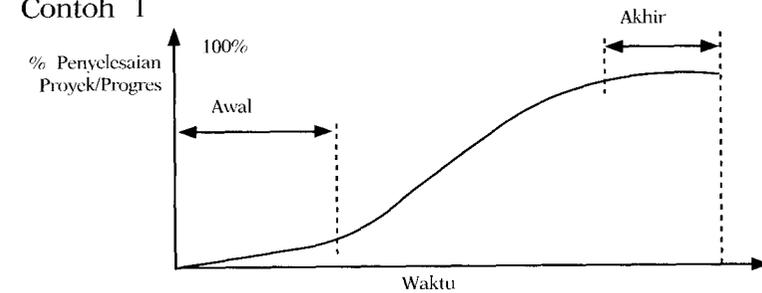
Bobot biaya dikumulatikan untuk setiap periode. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui progres biaya proyek yang nantinya akan digunakan untuk membuat Arus Kas Rencana proyek.

5. Membuat Kurva S Berdasarkan % Kumulatif Bobot Biaya

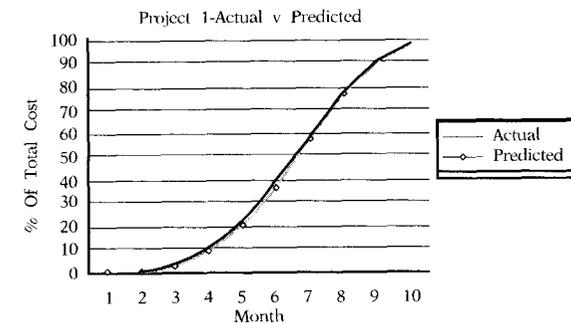
Langkah terakhir adalah membuat Kurva S dengan mengacu pada kumulatif bobot sebagai absis dan periode/waktu sebagai ordinat. Di bagian paling kanan barchart dibuat skala 0-100 untuk kumulatif bobot biaya sementara di bagian bawah barchart sebagai absis waktu.

Gambar kurva S dapat terlihat pada contoh-contoh Gambar 7.2 berikut ini.

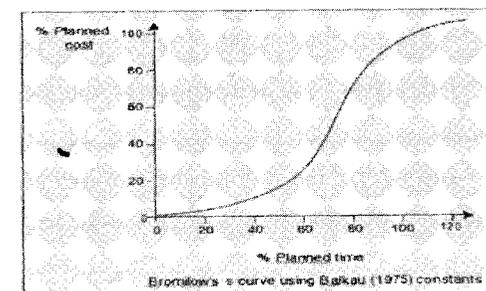
Contoh 1



Contoh 2 (sumber: <http://calvinjones.hubpages.com/hub/The-use-S-Curve-in-Construction-Projects>)



Contoh 3 (sumber: https://consultations.rics.org/consult/ti/global_cff/)



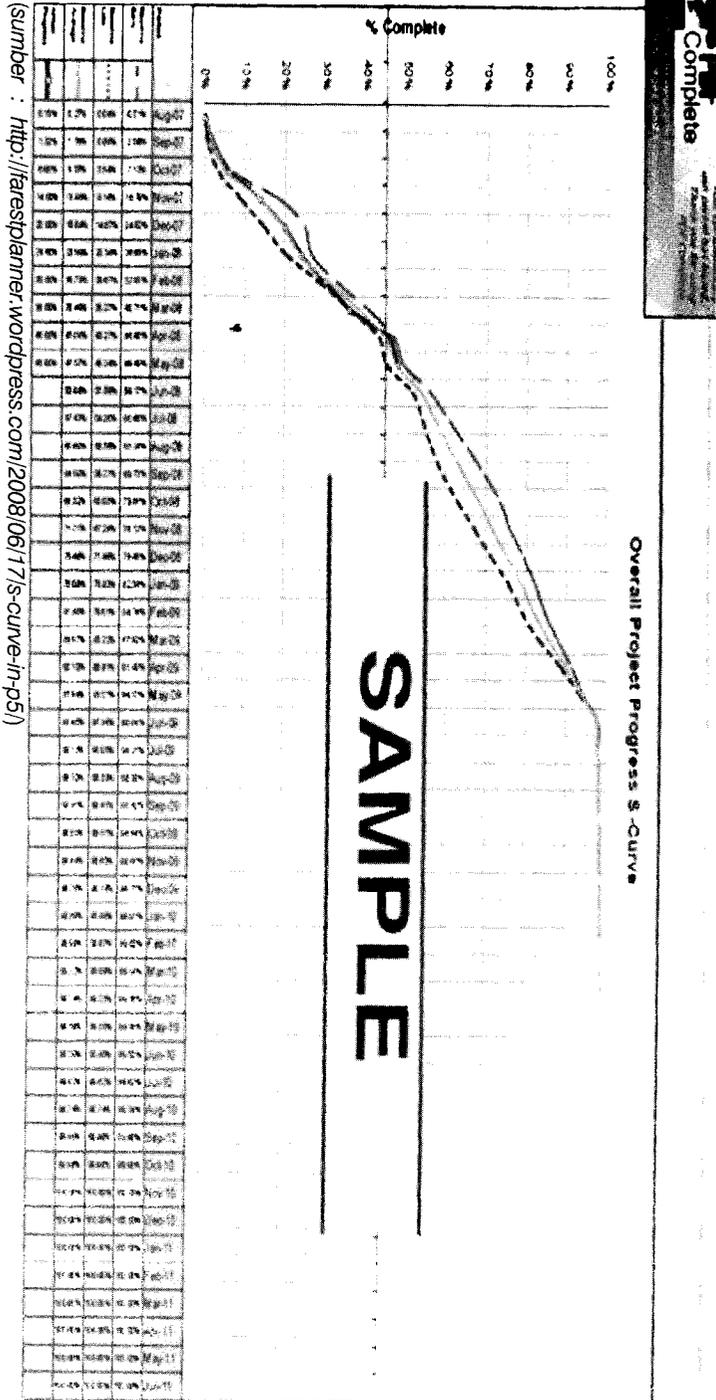
Contoh

Contoh-contoh membuat Kurva S Rencana dapat dilihat pada beberapa kasus berikut ini.

Contoh 1.

Diketahui, *barchart* seperti di bawah ini.

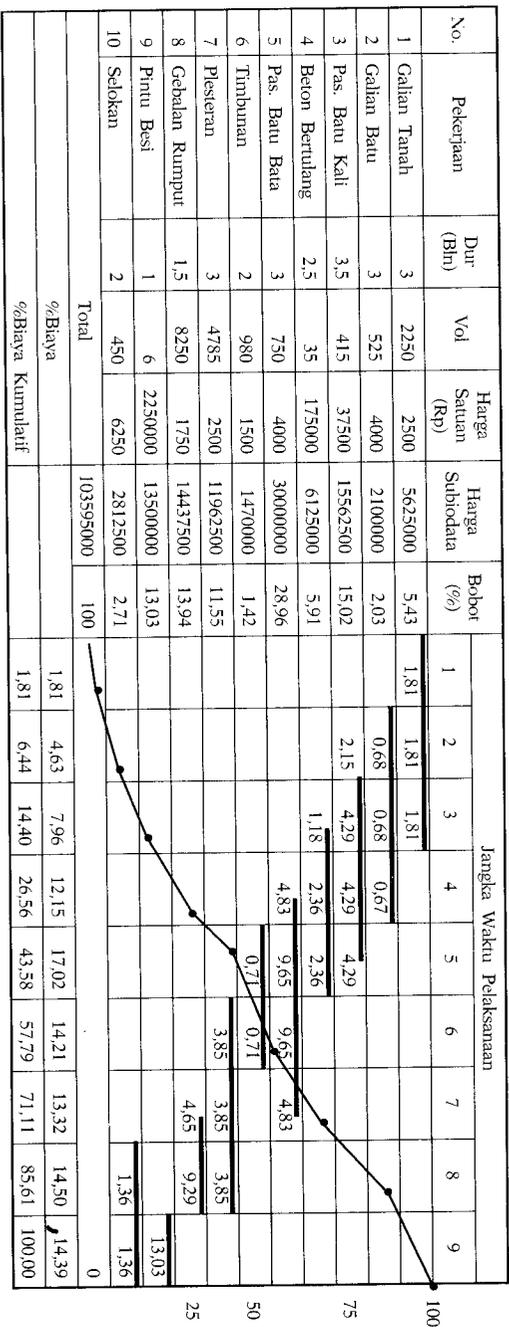
No.	Pekerjaan	Dur (Bhn)	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal	Bobot (%)	Jangka Waktu Pelaksanaan													
							1	2	3	4	5	6	7	8	9					
1	Galvan Tanah	3	2550	2500																
2	Galvan Batu	3	525	4000																
3	Pas. Batu Kali	3,5	415	37500																
4	Beton Bertulang	2,5	35	175000																
5	Pas. Batu Bata	3	750	40000																
6	Timbunan	2	980	1500																
7	Plesteran	3	4785	2500																
8	Cebakan Rumpun	1,5	8250	1750																
9	Pintu Besi	1	6	2250000																
10	Selokan	2	450	6250																
				Total		2521000														



Gambar 7.2 Contoh-contoh Kurva S Rencana

Langkah 2. Menghitung pembayian bobot hingga % biaya kumulatif dan menggambar kurva S

Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Saluran Irigasi

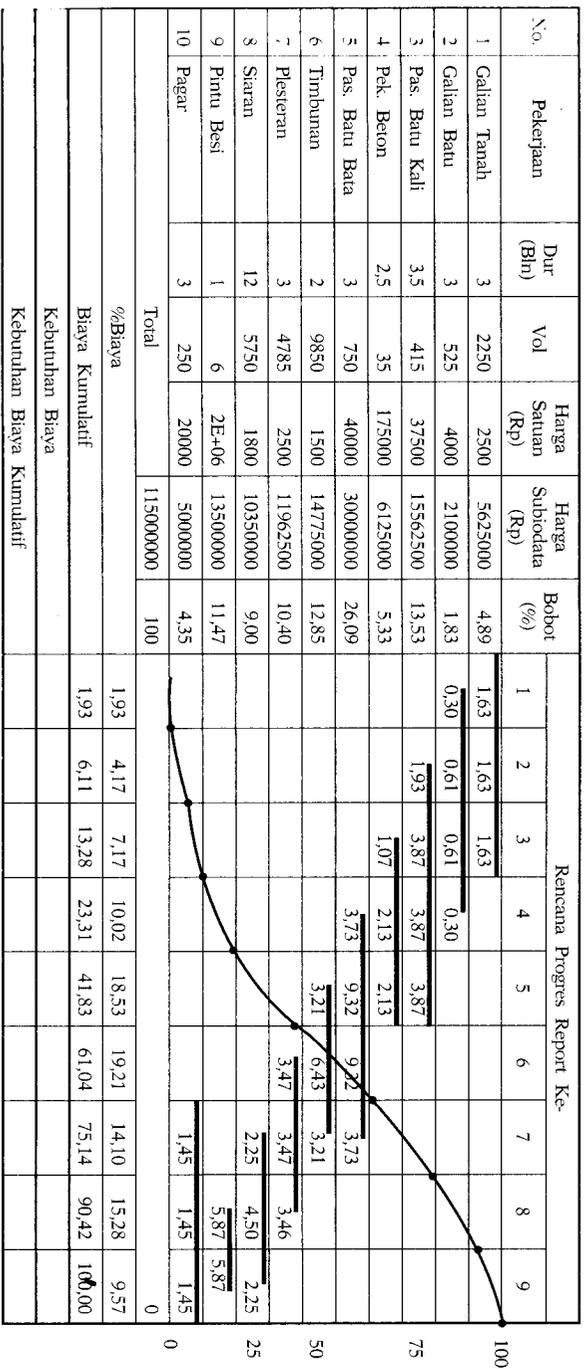


Langkah 1. Menghitung Harga Sub Total dan Bobot

Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Irigasi

No.	Pekerjaan	Dur (Bhn)	Vol	Harga Subtotal (Rp)	Bobot (%)	Jangka Waktu Pelaksanaan														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	Galian Tanah	3	2250	2500	5625000	5.43														
2	Galian Batu	3	525	4000	2100000	2.30														
3	Pas. Batu Kali	3,5	415	37500	15562500	15.02														
4	Beton Bertulang	2,5	35	175000	6125000	5.91														
5	Pas. Batu Bata	3	750	40000	30000000	28.96														
6	Timbunan	2	980	1500	1470000	1.42														
7	Plesteran	3	4785	2500	11962500	11.55														
8	Gebalan Rumpun	1,5	8250	1750	14437500	13.94														
9	Pintu Besi	1	6	2250000	13500000	13.03														
10	Selakan	2	450	6250	2812500	2.71														
Total						103595000	100													
%Biaya						1.81														
%Biaya Kumulatif						1.81														
Kebutuhan Biaya Kumulatif																				

Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Saluran Irigasi



Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Saluran Irigasi

No.	Pekerjaan	Dur (Bln)	Vol.	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal (Rp)	Bobot (%)	Rencana Progres Report Bulan Ke-															
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Galian Tanah	3	2250	2500																		
2	Galian Batu	3	525	4000																		
3	Pas. Batu Kali	3,5	415	37500																		
4	Pek. Beton	2,5	35	175000																		
5	Pas. Batu Bata	3	750	40000																		
6	Timbunan	2	9850	1500																		
7	Plesteran	3	4785	2500																		
8	Saran	2	5750	1800																		
9	Pintu Besi	1	6	2250000																		
10	Pagar	3	250	20000																		
Total																						
Bobot Biaya																						
%Biaya Kumulatif																						
Kebutuhan Biaya																						
Kebutuhan Biaya Kumulatif																						

Contoh 2.

Diketahui barchart seperti tergambar di bawah ini:

C. Arus Kas

Arus Kas atau *Cashflow* adalah salah satu produk perencanaan di antara produk perencanaan yang lain dalam perencanaan konstruksi, seperti penjadwalan, metode konstruksi, dan anggaran biaya pelaksanaan (Asiyanto, 2005). Arus kas akan menjelaskan keluar masuknya uang selama pelaksanaan proyek konstruksi dan juga sebagai alat memperkirakan kondisi keuangan pada masa mendatang.

Arus uang yang masuk dan keluar menandakan adanya suatu kegiatan yang harus diupayakan keseimbangannya. Bila salah satu berhenti, maka kegiatan proyek juga akan berhenti, atau bisa saja berhenti sementara, baik disengaja ataupun tidak disengaja, selagi masih pada batas kemampuan pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Misalnya, tertundanya uang masuk, apabila masih dapat diatasi maka tidak akan mengganggu jalannya kegiatan. Namun, arus kas harus selalu diupayakan sedemikian rupa agar kondisi keuangan tidak merugi atau defisit. Walaupun terjadi defisit maka diupayakan dengan jumlah yang sekecil mungkin dan dapat segera diatasi untuk diubah menjadi surplus.

Peranan arus kas dalam proyek konstruksi sangat besar dan penting. Menurut Serhat Melik, pentingnya arus kas dalam proyek konstruksi, antara lain karena hal berikut ini.

1. Arus kas menggambarkan jumlah uang yang akan dibutuhkan selama pelaksanaan proyek sebagai fungsi dari waktu dan akan memberi peringatan sebelum terjadi masalah. Dengan kata lain, arus kas menggambarkan risiko keuangan pada proyek.
2. Biaya dan waktu adalah dua item penting dalam kesuksesan suatu proyek konstruksi. Untuk itu, analisis arus kas sangat penting untuk mendapatkan gambaran integrasi biaya-waktu dari suatu proyek.
3. Arus kas menyimpulkan dan memberikan gambaran singkat mengenai seluruh bentuk situasi keuangan proyek, yang akan dengan mudah dipahami oleh manajer proyek, kontraktor, pemilik atau para penyedia jasa lainnya.

Dalam membuat arus kas, diketahui unsur utama yang terbagi menjadi dua bagian (Asiyanto, 2005), yaitu:

1. jadwal penerimaan;
2. jadwal pengeluaran.

Di samping itu ada pula unsur tambahan yang berupa:

1. kas awal;
2. finansial;
3. kas akhir.

Bila pada suatu proyek, penerimaan dan pengeluarannya tidak dicampur/digabung dengan proyek lain, maka unsur penunjang lainnya adalah finansial. Unsur penunjang di sini, dimaksudkan untuk mengatasi bila terjadi defisit pada *cashflow*. Langkah pertama sebelum mengatasi dengan cara finansial adalah mengatur sebaik-baiknya jadwal penerimaan dan pengeluaran keuangan.

Pada umumnya, jadwal penerimaan tercantum dan diatur pada surat perjanjian atau kontrak antara pemberi tugas dan pemberi jasa sehingga sulit untuk dapat mengatur kembali jadwal penerimaan, kecuali masih ada kesempatan untuk bernegosiasi. Di sisi lain, jadwal pengeluaran sepenuhnya dikuasai oleh pemberi jasa atau kontraktor, walaupun tetap mengacu pada perencanaan semula.

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing unsur arus kas tersebut di atas (Asiyanto, 2005).

1. Jadwal Penerimaan

Pada proyek konstruksi, realisasi penerimaan sangat ditentukan oleh cara pembayaran yang telah ditetapkan dalam surat perjanjian atau kontrak konstruksi. Cara pembayaran kontrak konstruksi dilakukan sesuai kontrak yang disepakati, antara lain sebagai berikut.

- Pembayaran dengan uang muka atau tanpa uang muka.
- Pembayaran bulanan (*monthly payment*).
- Pembayaran termin (*progress payment*).
- Pembayaran sekali di akhir (*turnkey payment*).

Rencana jumlah penerimaan berkaitan dengan besarnya prestasi pekerjaan (*progress pekerjaan*).

Jadwal penerimaan harus dapat disusun secara tepat dan akurat karena rencana jumlah penerimaan umumnya berkaitan

dengan besarnya prestasi pekerjaan, yang harus diperkirakan secara cermat.

2. Jadwal Pengeluaran

Pedoman dasar dari pengeluaran adalah rencana kegiatan kerja yang akan berpengaruh langsung. Sesuai dengan sistem dalam akuntansi, maka pengeluaran uang perusahaan dapat untuk menunjang berbagai tujuan, berikut ini.

- a. Biaya Langsung.
 - Biaya upah.
 - Biaya material.
 - Biaya alat.
 - Biaya-biaya langsung yang lainnya.
- b. Biaya tidak langsung.
 - Biaya overhead kantor.
 - Biaya overhead kantor pusat.
- c. Pajak.
- d. Investasi, dan lain-lain.

Untuk perhitungan Arus Kas Proyek, biasanya pengeluaran yang termasuk hanya butir a saja, yaitu pengeluaran untuk biaya langsung. Pengeluaran untuk pembiayaan proyek polanya atau sistemnya bergantung pada kebijakan operasional proyek yang diterapkan, yaitu:

- a. pembayaran secara tunai;
- b. pembayaran dengan jangka waktu tertentu.

Ada dua masalah yang perlu dipertimbangkan dalam menetapkan kebijakan pembayaran tersebut di atas, yaitu:

- harga barang/jasa akan lebih murah jika dibayar tunai;
- harga barang/jasa akan lebih mahal jika dibayar berangsur.

Cara pembayaran tunai memberikan kepercayaan yang tinggi pada kontraktor, tetapi memerlukan modal yang besar. Modal kerja pada dasarnya diperoleh dari lembaga keuangan (bank), dan

uang muka pekerjaan, selain dari modal sendiri yang biasanya berjumlah kecil. Hubungan dengan bank yang cukup besar dan lancar, juga dapat mengangkat nama perusahaan. Dengan demikian, cara pembayaran tunai banyak manfaatnya. Meskipun demikian, jarang sekali ada perusahaan yang struktur modalnya hanya terdiri dari modal sendiri dan bank. Oleh karena itu dalam praktiknya, kebijakan pembayaran dilakukan kombinasi antara pembayaran tunai dengan kredit.

Untuk pembayaran tunai yang didukung dengan pinjaman bank, kelebihanannya adalah harga beli relatif murah, tetapi kelemahannya harus membayar bunga pinjaman. Sebaliknya untuk pembayaran kredit, kelebihanannya tidak memerlukan pinjaman dengan konsekuensi bunga, tetapi harga barang menjadi tinggi.

3. Kas Awal

Kas awal adalah sejumlah uang yang harus disediakan pada awal kegiatan proyek sebagai modal awal, yang nantinya harus dikembalikan dari penerimaan proyek di akhir pekerjaan (Asiyanto, 2005). Kas awal dibutuhkan suatu proyek untuk memulai pekerjaan. Besar kas awal bergantung pada kemampuan perusahaan dalam penyediaannya. Walaupun proyek mendapatkan uang muka dari pemberi tugas, kas awal tetap harus disediakan. Hal ini terjadi karena pencairan uang muka biasanya memakan waktu lama sehingga dapat membuat keterlambatan dalam pelaksanaan proyek.

Kas awal yang disediakan untuk proyek biasanya tidak terlalu besar, misalnya untuk pengeluaran bulan pertama saja. Bulan-bulan berikutnya bila terjadi defisit, maka harus ditutup/diatasi dengan modal pinjaman dari bank atau dari induk perusahaan.

4. Finansial

Finansial adalah keputusan keuangan untuk mengatasi dan menyesuaikan kondisi kas sesudah kas awal dengan melakukan pinjaman. Bila penerimaan cukup besar, maka dapat digunakan

untuk mengembalikan seluruh atau sebagian pinjaman tersebut untuk memperkecil bunga. Bunga pinjaman dibayarkan satu periode setelah pinjaman yang pertama dan berjalan selama pinjaman belum terlunaskan. Provisi kepada bank tempat meminjam uang dibayarkan di awal bulan pinjaman sebagai biaya administrasi pinjaman (Asiyanto, 2005).

Keputusan finansial yang baik tentu akan menghasilkan bunga pinjaman yang lebih kecil. Kebutuhan finansial dipengaruhi oleh kebijakan operasional dan kebijakan keuangan (pembiayaan).

5. Kas Akhir

Kas Akhir, yaitu kondisi kas pada akhir bulan di mana merupakan penjumlahan dari kas sesudah kas awal dan total finansialnya. Biasanya jumlah kas akhir ditetapkan nilai minimalnya, misalnya tidak boleh kurang dari Rp 100 juta, untuk menghindari kas akhir yang negatif.

6. Termin

Termin adalah pembayaran dari pemberi tugas kepada pemberi jasa berdasarkan progres pekerjaan, sesuai kesepakatan dalam kontrak.

Contoh:

- Progres 25%, dibayarkan termin 20% dari nilai kontrak;
- Progres 50%, dibayarkan termin 45% dari nilai kontrak;
- dan seterusnya.

Misalnya diketahui sebuah proyek dengan nilai kontrak: 200 juta rupiah

Pembayaran termin adalah sebagai berikut.

- Progres 20%, dibayarkan 15%.
- Progres 40% dibayarkan 30%.
- Progres 70% dibayarkan 60%.
- Progres 85% dibayarkan 80%.
- Progres 100% dibayarkan 95%.
- Retensi 5%.

Bentuk tabel Arus Kas tanpa finansial dan dengan finansial adalah seperti pada contoh-contoh berikut ini (Asiyanto, 2005):

Contoh 1

Rencana Cashflow Proyek....

Uraian Waktu	Progress	Pembayaran	Biaya Konstr.	Saldo
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabel 7.1 Arus Kas tanpa Finansial Bentuk 1

Contoh 2

Rencana Cashflow Proyek....

Uraian	Bulan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Progres										
Penerimaan										
Pembayaran										
Pengeluaran										
Biaya Konstruksi										
Saldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 7.2 Arus Kas Tanpa Finansial Bentuk 2

Contoh 1

Rencana Cashflow Proyek....

No.	Uraian	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Penerimaan Bersih								
2	Pengeluaran								
3	Pen. Peng.								
4	Kas Sebelum Finansial								
5	Finansial								
6	Pengeluaran - Pinjaman - Pengembalian - Bunga pinjaman - Total Finansial								
7	Kas Akhir								

Tabel 7.3 Arus Kas dengan Finansial Bentuk 1

Contoh 2

Rencana Cashflow Proyek....

Uraian	Bulan							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Progres								
Penerimaan								
Uang Muka								
Pembayaran Bank								
Pinjaman Bank								
Sub-Total								
Pengeluaran								
Biaya Konstruksi								
Pengembalian Uang Muka								
Pengembalian Pinjaman								
Provisi								
Sub-Total								
Saldo Awal								
Saldo Akhir								

Tabel 7.4 Arus Kas dengan Finansial Bentuk 2

Contoh-contoh soal Arus Kas

Contoh 1.

Sebuah perusahaan konstruksi berencana membuat tabel arus kas untuk proyek pembangunan rumah Bapak Anom, dengan data-data sebagai berikut:

Bulan	Progress	Biaya Konstruksi (Rp)
1	5%	25,812,500
2	17%	37,480,000
3	28%	48,897,500
4	35%	52,548,000
5	48%	64,878,000
6	56%	88,524,000
7	65%	57,015,600
8	78%	44,574,000
9	85%	40,845,500
10	100%	37,782,500
	Total	498,357,600

Data pembayaran termin dari pemberi tugas:

Tahap	Progress	Pembayaran
Uang muka	0%	10%
Termin I	25%	20%
Termin II	50%	45%
Termin III	75%	70%
Termin IV	100%	95%
Masa Pemeliharaan	(2 bulan)	5%

Buatlah perhitungan arus kas rencana tanpa finansial untuk pembangunan rumah Bapak Anom!

Jawab:

Langkah-langkah yang harus dibuat:

1. Hitung jumlah uang pembayaran berdasarkan progres pekerjaan.

Cara penghitungan:

Prestasi 0% (uang muka) = Rp 498.357.600 x 10%
= Rp 49.835.760

Prestasi 25% = Rp 498.357.600 x (20-10)% = Rp 49.835.760

Prestasi 50% = Rp 498.357.600 x (45-20)% = Rp 124.589.400

Prestasi 75% = Rp 498.357.600 x (70-45)% = Rp 124.589.400

Prestasi 100% = Rp 498.357.600 x (95-70)% = Rp 124.589.400

Retensi 5% = Rp 498.357.600 x 5% = Rp 24.917.880

Prestasi	Dibayarkan	Jumlah (Rp)
0%	10	49,835,760
25%	20	49,835,760
50%	45	124,589,400
75%	70	124,589,400
100%	95	124,589,400
(2 Bulan)	5	24,917,880
		498.357.660

2. Buatlah Arus Kas Rencana

Cashflow Rencana Proyek Rumah Bapak Anom

Waktu (Bln)	Progres	Pembayaran	Biaya Konstruksi	Saldo
	Uang Muka	49,835,760		49,835,760
1	5%		25,812,500	24,023,260
2	17%		37,480,000	(13,456,740)
3	28%	49,835,760	48,897,500	(12,518,480)
4	35%		52,548,000	(65,066,480)
5	48%		64,878,000	(129,944,480)
6	56%	124,589,400	88,524,000	(93,879,080)
7	65%		57,015,600	(150,894,680)
8	78%	124,589,400	44,574,000	(70,879,280)
9	85%		40,845,500	(111,724,780)
10	100%	124,589,400	37,782,500	(24,917,880)
11				(24,917,880)
12	retensi 5%	24,917,880		

Contoh 2

Dari data-data di bawah ini, buatlah sebuah Arus Kas Rencana tanpa Finansial.

Rencana pembangunan Ruko Bapak Andi

Bulan	Progres	Biaya Konstruksi (Rp)
1	5%	87,125,000
2	12%	75,254,000
3	21%	92,540,000
4	32%	120,482,000
5	41%	145,250,000
6	55%	182,475,000
7	64%	210,541,000
8	68%	189,540,000
9	78%	157,254,000
10	89%	152,650,000
11	95%	89,365,000
12	100%	84,250,000
		1,586,726,000

Rencana Pembayaran Termin adalah sebagai berikut:

Tahap	Progress	Pembayaran
Uang muka	0%	10%
Termin I	25%	20%
Termin II	45%	40%
Termin III	65%	60%
Termin IV	80%	75%
Termin V	100%	
Masa Pemeliharaan	(2 bulan)	5%

Jawab:

Jumlah uang pembayaran berdasarkan progres pekerjaan seperti pada tabel di bawah ini:

Progres	Dibayarkan %	Jumlah
0%	10	158,672,600
25%	20	158,672,600
45%	40	317,345,200
65%	60	317,345,200
80%	75	238,008,900
100%	95	317,345,200
(2Bulan)	5	79,336,200
		1,586,726,000

Cashflow Rencana Proyek Ruko Bapak Andi

Uraian	Bulan													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Progres	5	12	21	32	41	55	64	68	78	89	95	100		
Penyerahan														
Termin				158.672,6										
V(1000)														
Pengeluaran														
Biaya Konstruksi	87.125	75.254	92.540	120.482	145.250	182.475	210.541	189.540	157.254	152.650	89.365	84.250		
Saldo (x1000)	71.547,60	-3.706,40	-96.246,40	-50.855,80	-203.303,80	-68.435,60	278.976,60	-131.171,40	-380.425,40	-223.066,50	312.431,	-79.336,30	-79.336,30	0,00

Contoh 3

Akan dilakukan pembangunan rumah bagi Ibu Atun. Buatlah Arus Kas Rencana rumah tersebut dengan finansial berdasarkan data-data berikut ini.

- Nilai Kontrak Proyek Rp250.000.000,00.
- Uang Muka 10% dari nilai kontrak.
- Provisi 1% dari pinjaman.
- Bunga bank 7% per tahun.
- Termin sebagai berikut:
 Progres 25% dibayarkan 20%
 Progres 50% dibayarkan 45%
 Progres 70% dibayarkan 65%
 Progres 85% dibayarkan 80%
 Progres 100% dibayarkan 95%
 Retensi 5% dari nilai kontrak dibayarkan pada bulan 12.
- Pinjaman harus dikembalikan dalam jangka waktu 1 tahun.
- Uang muka harus dikembalikan dalam masa konstruksi.
- Saldo awal ditetapkan sebesar Rp5.000.000,00.
 Data biaya konstruksi adalah sebagai berikut:

Biaya Konstruksi	
Bulan ke-	Biaya (Rp)
1	12500000
2	20600000
3	19120000
4	31143000
5	34235000
6	32360000
7	26737000
8	22155000
9	17950000
10	15700000

Jawab:

1. Buatlah jumlah pembayaran berdasarkan termin dan progres pekerjaan
 Uang muka dipinjamkan sebesar 10% dari nilai kontrak, yaitu:
 Rp 25.000.000 dan harus dikembalikan selama masa konstruksi

Progres	Dibayarkan %	Jumlah
25%	20	50.000.000
50%	45	62.500.000
70%	65	30.000.000
85%	80	37.500.000

D. Soal/Latihan

1. Buatlah Kurva S dari barchart yang tersedia di bawah ini.

Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Saluran Irigasi

No	Pekerjaan	Dur (hri)	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal (Rp)	Bobot (%)	Rencana Progress Report Bulan ke														
							1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	Galian Tanah	3	2000	2500																	
2	Galian Batu	3	600	4000																	
3	Pas. Batu Kali	3,5	400	37500																	
4	Pek. Beton	2,5	20	175000																	
5	Pas. Batu Barz	3	750	42000																	
6	Timbunan	2	10000	15000																	
7	Plesteran	3	5000	875																	
8	Sieran	2	6000	450																	
9	Gabralan Rumpul	1,5	8000	400																	
10	Pintu Besi	1	8	1500000																	
11	Pagar	3	200	20000																	
12	Setakan	2	500	6500																	
13	Jalan	1,5	800	12500																	
14	Rumrah Jaga	1,5	LS	2000000																	
15	Finishing	2	LS	1000000																	
Total																					
Persen Biaya																					
Persen Kumulatif																					
Kebutuhan Biaya																					

Kurva S Rencana Pekerjaan Konstruksi Saluran Irigasi

Rencana Cashflow Proyek Rumah Ibu Atun

Uraian	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%Progres	5	15	26	38	53	73	82	90	95	100		
Penerimaan												
Lang. Muka (UM)	2500000											
Pembayaran		20000000										
Pinjaman Bank												
Sub Total	2500000	20000000	50000000	0	62500000	50000000	37500000	0	0	37500000	0	12500000
Pengeluaran												
Biaya Konstruksi	12500000	20800000	19120000	31430000	34239000	32360000	26737000	22155000	17950000	15700000		
Bunga Bank			116967	116967	116967	116967	116967	116967	116967	116967	116967	116967
Pengembalian UM												
Pengembalian Bank									5000000	20000000		
Provisi		200000										
Sub Total	12500000	20800000	19236667	31259667	34351667	32476667	26853667	22271667	23066667	35816667	116967	20116667
Saldo Awal	5000000	17500000	16700000	47463333	16203667	44352000	61875333	72521667	50250000	27183333	28866667	28790000
Saldo Akhir	17500000	16700000	47463333	16203667	44352000	61875333	72521667	50250000	27183333	28866667	28790000	21133333

100%	95	12.500.000
(2. Bulan)	5	12.500.000
		250.000.000

2. Dari data barchart di bawah ini buatlah Kurva S Rencananya.

No. Pekerjaan	Dur (mg)	Vol.	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal	Bobot (%)	JANGKA WAKTU PELAKSANAAN (minggu)									
1 Galian & Urugan	1	52	10300			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 Fondasi	2	28,5	325000												
3 Beton Bertulang	2,5	3,7	3450000												
4 Pas. Dinding	3	275	52000												
5 Plesteran	3	560	18750												
6 Pas. Lantai	3	125	47500												
7 Penyelesaian	3,5	565	30200												
Total															
% Biaya															
% Biaya Kumulatif															
Kebutuhan Biaya															
Kebutuhan Biaya Kumulatif															

3. Buatlah sebuah Arus Kas Rencana tanpa finansial untuk pembangunan rumah dengan data seperti di bawah ini.

Bulan	Progres	Biaya Konstruksi (Rp)
1	10%	18,650,000
2	21%	24,510,000
3	32%	25,140,000
4	47%	28,254,000
5	58%	35,875,000
6	65%	38,502,000
7	77%	47,250,000
8	85%	35,871,000
9	92%	27,850,000
10	100%	19,844,000
		301,746,000

Rencana Pembayaran Termin adalah sebagai berikut.

Tahap	Progress	Pembayaran
Uang muka	0%	10%
Termin I	25%	20%
Termin II	50%	45%
Termin III	75%	70%
Termin IV	100%	95%
Masa Pemeliharaan (2 bulan)		5%

4. Dari data-data biaya dan progres pekerjaan di bawah ini, buatlah arus kas finansial dengan batasan saldo akhir yang positif.

- Nilai Kontrak Proyek Rp 875.000.000.
- Uang Muka 10% dari nilai kontrak.
- Provisi 1% dari pinjaman.
- Bunga bank 6% per tahun.
- Termin sebagai berikut:
 - Progres 25% dibayarkan 20%
 - Progres 50% dibayarkan 45%
 - Progres 70% dibayarkan 65%

- Progres 85% dibayarkan 80%.
- Progres 100% dibayarkan 95%.
- Retensi 5% dari nilai kontrak dibayarkan pada bulan 12.
- Pinjaman harus dikembalikan dalam jangka waktu 10 bulan.
- Uang muka harus dikembalikan dalam masa konstruksi.
- Saldo awal ditetapkan sebesar Rp 25.000.000.

Data biaya konstruksi adalah sebagai berikut:

Biaya Konstruksi	
Bulan ke-	Biaya (Rp)
1	25,412,000
2	48,780,000
3	88,790,000
4	87,452,000
5	92,140,000
6	98,580,000
7	85,714,000
8	74,240,000
9	78,912,000
10	58,254,000
11	44,745,000
12	35,246,000

E. Ringkasan

1. Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (progres) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu.
2. Kegunaan Kurva S adalah:
 - untuk menganalisis kemajuan/progres suatu proyek secara keseluruhan;
 - untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek;
 - untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual.

3. Langkah-langkah dalam membuat Kurva S Rencana adalah sebagai berikut.
 - a. Mencari % bobot biaya setiap pekerjaan.
 - b. Membagi % bobot biaya pekerjaan pada durasi.
 - c. Menjumlahkan % bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu.
 - d. Membuat kumulatif dari % bobot biaya pekerjaan pada lajur % kumulatif bobot biaya.
 - e. Membuat kurva S berdasarkan % kumulatif bobot biaya.
4. Arus Kas atau *Cashflow* adalah salah satu produk perencanaan di antara produk perencanaan yang lain dalam perencanaan konstruksi, seperti penjadwalan, metode konstruksi, dan anggaran biaya pelaksanaan. Peranan arus kas dalam proyek sangat besar dan penting.
5. Arus uang yang masuk dan keluar menandakan adanya suatu kegiatan yang harus diupayakan keseimbangannya. Bila salah satu berhenti, maka kegiatannya juga akan berhenti, atau bisa saja berhenti sementara yang tertunda baik disengaja ataupun tidak disengaja dalam batas-batas kemampuan pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

METODE VARIAN DAN KONSEP NILAI HASIL

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengendalian biaya dan jadwal pelaksanaan proyek konstruksi. Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan dapat:

1. menjelaskan pengertian metode varian dan konsep nilai hasil;
2. menyebutkan cara-cara perhitungan metode varian dan konsep nilai hasil;
3. menghitung pengendalian dengan metode varian dan konsep nilai hasil;
4. membuat penilaian kinerja proyek dengan konsep nilai hasil
5. menjelaskan *Earned Value Management System* pada proyek konstruksi di Indonesia.

Media yang digunakan adalah *Power Point Slide*.

A. Metode Varian

Dalam monitoring dan pengendalian proyek konstruksi, diawali dengan perencanaan yang realistis sebagai tolok ukur pencapaian

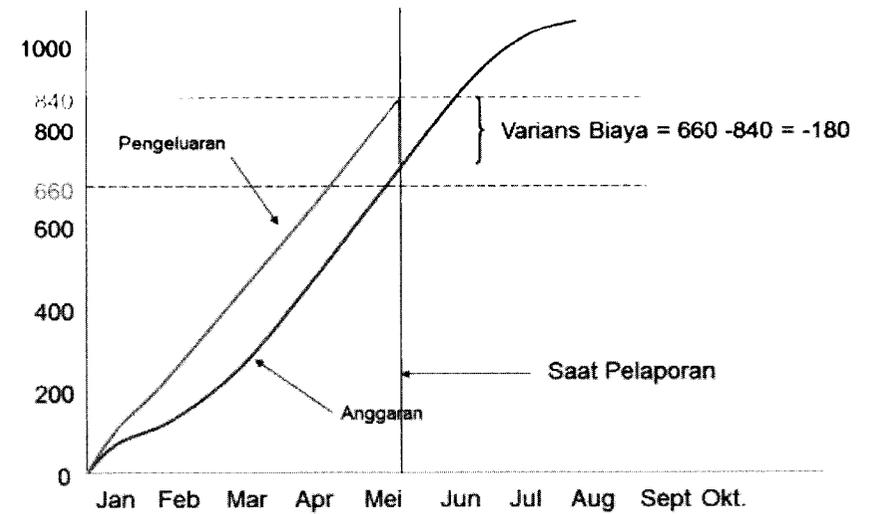
sasaran, dilanjutkan dengan metode yang dapat mengungkapkan gejala terjadinya penyimpangan. Salah satu metode tersebut dikenal dengan metode Varians. Metode Varians adalah menghitung jumlah unit yang diselesaikan kemudian membandingkan dengan perencanaan, atau melihat catatan penggunaan sumber daya, dan membandingkan dengan anggaran (Soeharto, 1998).

Penyimpangan yang dapat dilihat dengan metode ini adalah sebagai berikut.

1. Biaya pelaksanaan aktual di lapangan dengan anggaran yang dibuat pada saat perencanaan.
2. Waktu pelaksanaan pekerjaan dengan jadwal pekerjaan.
3. Tanggal pelaksanaan tiap kegiatan dengan rencana.
4. Progres pekerjaan dengan rencana kerja pada suatu tinjauan waktu.

Analisis Varians dengan Kurva S dapat digambarkan sebagai berikut.

No.	Macam Pekerjaan	Kegiatan Konstruksi								
		Jan.	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	
Kumulatif dalam ribuan Rupiah										
1	Menyiapkan Lahan	Anggaran	60	140	240					
	Pengeluaran	90	210	350						
	Varians	-30	-70	-110						
2	Membuat Fondasi	Anggaran			40	90	120			
	Pengeluaran				60	150	200			
	Varians				-20	-60	-80			
3	Memasang tiang dan dinding	Anggaran				150	180	210		
	Pengeluaran					140	150			
	Varians					10	30			
4	Memasang atap	Anggaran					120	220	300	
	Pengeluaran						140			
	Varians						-20			
5	Interior	Anggaran						80	150	210
	Pengeluaran									
	Varians									
Jumlah kumulatif		Anggaran	60	140	280	480	660	870	1020	1080
		Pengeluaran	90	210	410	640	840			
		Varians	-30	-70	-130	-160	-180			



Gambar 8.1 Kurva S Analisis Varian (Sumber: Soeharto, 1998)

B. Konsep Nilai Hasil (Earned Value)

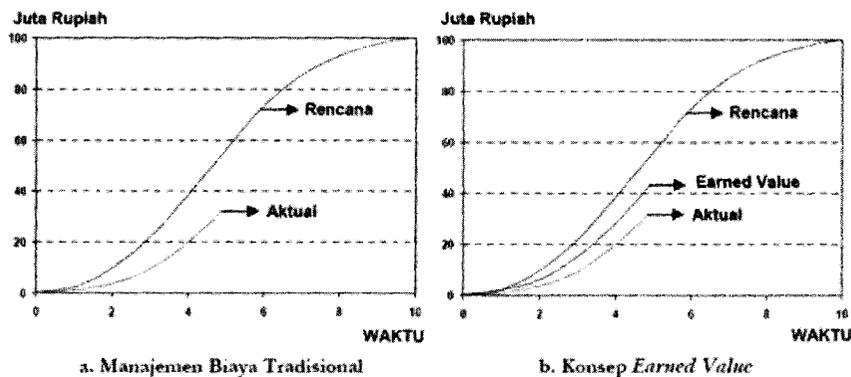
Metode kedua dalam melaksanakan pengendalian biaya dan jadwal dikenal dengan metode Konsep Nilai Hasil atau *Earned Value Method*. Konsep ini merupakan suatu konsep perhitungan anggaran biaya sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan. (*budgeted cost of works performed*). Dengan kata lain, konsep ini mengukur besarnya satuan pekerjaan yang telah selesai, pada waktu tertentu, bila dinilai berdasarkan jumlah anggaran yang tersedia untuk pekerjaan tersebut. Untuk itu nantinya dapat diketahui hubungan antara yang telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan.

Proyek konstruksi memiliki tingkat kompleksitas proyek yang tinggi. Terkadang terjadi progres yang terlambat ataupun pembengkakan biaya. Pengendalian pada umumnya memisahkan antara sistem akuntansi untuk biaya dan sistem jadwal proyek konstruksi. Sistem akuntansi biaya menghasilkan laporan kinerja dan prediksi biaya proyek, sedangkan sistem jadwal menghasilkan laporan status penyelesaian proyek. Kedua laporan tersebut saling melengkapi, tetapi dapat memberikan informasi yang berbeda mengenai kondisi proyek sehingga dibutuhkan suatu sistem yang

mampu mengintegrasikan antara informasi waktu dan biaya (Crean dan Adamczyk 1982). Untuk kepentingan tersebut, Konsep Nilai Hasil dapat digunakan sebagai alat ukur kinerja yang mengintegrasikan antara aspek biaya dan aspek waktu.

Konsep *earned value* digunakan di Amerika Serikat pada akhir abad ke-20 di industri manufaktur. Amerika Serikat mulai mengembangkan konsep ini sekitar tahun 1960 (Abba, 2000). Terdapat 35 kriteria yang disebut *Cost/Schedule System Criteria (C/SCSC)* yang dipertimbangkan sebagai alat pengendalian finansial yang memerlukan keahlian analitis dalam menggunakannya. Pada tahun 1995 hingga 1998 *Earned Value Management (EVM)* menjadi suatu standar pengelolaan proyek (ANSI/EIA 748-A). Sehingga EVM tidak hanya digunakan oleh Departemen Pertahanan, tetapi juga digunakan oleh kalangan industri lainnya seperti NASA dan Departemen Energi Amerika Serikat.

Perbedaan Konsep Nilai Hasil dengan manajemen biaya tradisional dijelaskan oleh Flemming dan Koppelman (1994). Manajemen biaya tradisional menyajikan dua dimensi, yaitu hubungan antara biaya aktual dengan biaya rencana (Gambar 8.2.a). Pada manajemen biaya tradisional, status kinerja tidak dapat diketahui. Sebaliknya, Konsep Nilai Hasil memberikan dimensi yang ketiga, yaitu besarnya pekerjaan secara fisik yang telah diselesaikan atau disebut *earned value/percent complete*. Pada Gambar 8.2.b terlihat bahwa biaya aktual lebih rendah, tetapi tidak dapat menunjukkan bahwa kinerja yang dilakukan telah sesuai dengan target rencana.



Gambar 8.2 Perbandingan Manajemen Biaya Tradisional dengan Konsep Nilai Hasil Menurut Flemming & Koppel (Sumber: Soemardi dkk., 2007)

Manfaat dari konsep Nilai Hasil adalah sebagai berikut.

1. Untuk meningkatkan efektivitas dalam memantau dan mengendalikan kegiatan proyek.
2. Dapat dikembangkan untuk membuat prakiraan atau proyeksi keadaan masa depan proyek, misalnya:
 - Dapatkah proyek diselesaikan dengan sisa dana yang ada?
 - Berapa besar perkiraan biaya untuk menyelesaikan proyek?
 - Berapa besar proyeksi keterlambatan pada akhir proyek bila kondisi masih seperti saat pelaporan?

Contoh:

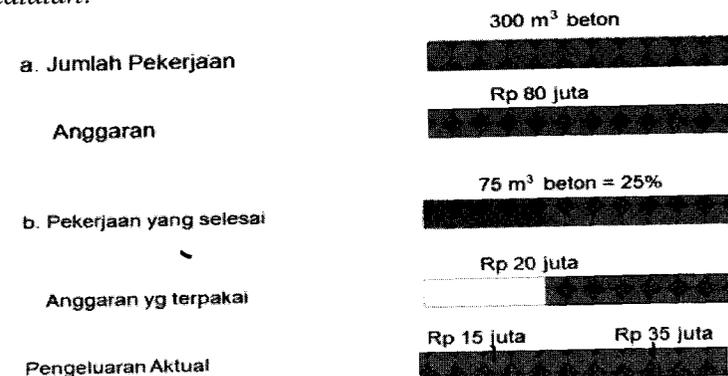
Misalkan suatu pekerjaan mengecor pondasi beton dengan volume 300 m³.

- Anggaran pekerjaan ini adalah 80 juta rupiah
- Pada minggu pertama dilaporkan 75m³ pengecoran telah diselesaikan
- Ditanya: berapakah nilai hasil (*earned value*) pada saat pelaporan?

Jawab:

- Nilai Hasil adalah biaya yang dianggarkan dari pekerjaan yang telah diselesaikan.
- Jumlah yang telah diselesaikan: 75m³ atau = $(75/300) \times 100\% = 25\%$
- Jadi, menurut anggaran pengeluaran adalah $(25\%) \times (\text{Rp } 80 \text{ juta}) = \text{Rp } 20 \text{ juta}$
- Jadi nilai hasil adalah Rp 20 juta
- Nilai Hasil = (%Penyelesaian) x (Anggaran)

Catatan:



Pengeluaran aktual dapat lebih kecil atau lebih besar atau sama dengan nilai hasil, bergantung pada efisiensi kerja.

C. Elemen dari Nilai Hasil

Konsep Nilai Hasil mengombinasikan biaya, jadwal, dan prestasi pekerjaan. *Konsep ini* mengukur besarnya pekerjaan yang telah diselesaikan pada suatu waktu dan menilai berdasarkan jumlah anggaran yang disediakan untuk pekerjaan tersebut. Metode ini dapat mengungkapkan apakah kemajuan pelaksanaan pekerjaan proyek senilai dengan pemakaian bagian anggarannya. Dengan analisis konsep *Nilai Hasil*, dapat diketahui hubungan antara apa yang sesungguhnya telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa konsep ini menyajikan tiga dimensi, yaitu penyelesaian fisik dari proyek (*the percent complete*) yang mencerminkan rencana penyerapan biaya (*budgeted cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan (*actual cost*), serta apa yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan atau yang disebut Nilai Hasil (*Earned Value*). Dari ketiga dimensi tersebut, dengan konsep nilai hasil dapat dihubungkan antara kinerja biaya dengan waktu yang berasal dari perhitungan varian biaya dan waktu (Flemming dan Koppelman, 1994).

Ada tiga elemen dasar yang menjadi acuan dalam menganalisis kinerja dari proyek berdasarkan konsep *earned value*. Ketiga elemen tersebut adalah sebagai berikut.

- BCWP = *budgeted cost of work performed*.
- BCWS = *budgeted cost of work scheduled*.
- ACWP = *actual cost of work performed*.

Elemen-elemen tersebut dapat digunakan untuk menganalisis kinerja proyek, yang meliputi:

- varians biaya dan jadwal;
- indeks produktivitas;
- prakiraan penyelesaian proyek.

Berikut penjelasan dari masing-masing elemen tersebut.

1. BCWS

Budgeted Cost for Work Scheduled (BCWS) adalah biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang disusun terhadap waktu. BCWS dihitung dari penjumlahan biaya yang direncanakan untuk pekerjaan dalam periode waktu tertentu. BCWS pada penyelesaian proyek disebut *Budget at Completion* (BAC). Dapat dikatakan, BCWS merupakan anggaran untuk satu paket pekerjaan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan. Jadi, perpaduan antara biaya, jadwal, dan lingkup kerja. Dalam manajemen tradisional, BCWS dikenal dengan nama kurva-S perencanaan, yaitu kurva-S yang dibuat sebelum melaksanakan pekerjaan.

2. BCWP

Budgeted Cost for Work Performed (BCWP) adalah nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan selama periode waktu tertentu. BCWP inilah yang disebut *earned value*. BCWP ini dihitung berdasarkan akumulasi dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan. Dalam manajemen tradisional, BCWP dikenal dengan nama kurva-S pelaksanaan, yaitu kurva-S yang dibuat berdasarkan pekerjaan yang telah diselesaikan selama periode waktu tertentu.

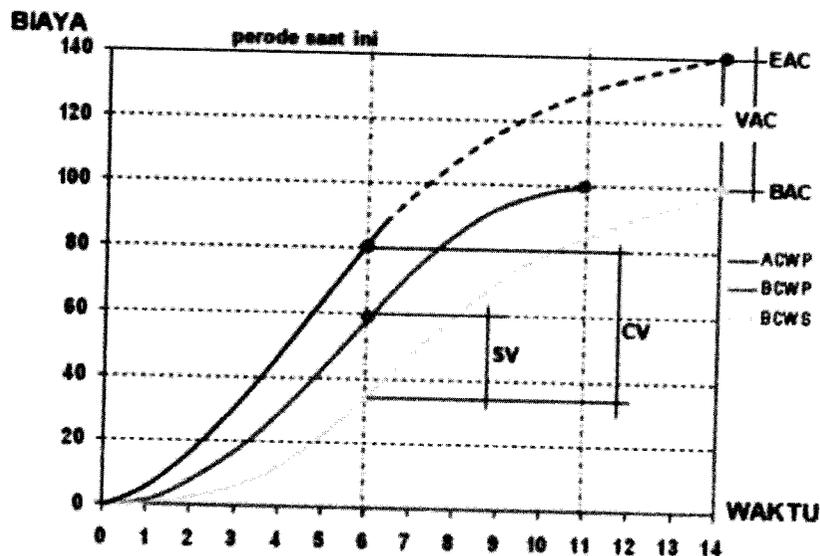
3. ACWP

Actual Cost for Work Performed (ACWP) adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan. Didapat dari data akuntansi pada tanggal pelaporan, yaitu catatan segala pengeluaran biaya aktual dari paket kerja. Jadi, merupakan jumlah aktual dari pengeluaran atau dana yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan pada kurun waktu tertentu.

D. Penilaian Kinerja Proyek dengan Konsep Nilai Hasil

Penggunaan elemen-elemen konsep nilai untuk menganalisis kinerja proyek, meliputi:

1. Varians:
 - a) biaya (*Cost Variance-CV*)
 - b) jadwal (*Schedule Variance-SV*)
2. Indeks kinerja:
 - a) biaya (*Cost Performance Index-CPI*)
 - b) waktu (*Schedule Performance Index -SPI*),
3. Prediksi Biaya Penyelesaian Proyek (*Estimate at Completion - EAC*).



Gambar 8.3 Grafik Kurva S Nilai Hasil/Earned Value
(Sumber: Soemardi, dkk., 2007)

1. Varian Biaya - Cost Variance (CV)

Cost variance adalah perbedaan nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan bagian pekerjaan dengan nilai aktual pelaksanaan proyek. Nilai positif dari *Cost variance* mengindikasikan bahwa

bagian pekerjaan tersebut memberikan keuntungan pada periode waktu yang ditinjau. Di lain sisi, jika nilai CV negatif menunjukkan bahwa bagian pekerjaan tersebut adalah merugi.

2. Varian Jadwal - Schedule Variance (SV)

Schedule variance adalah perbedaan bagian pekerjaan yang dapat dilaksanakan dengan bagian pekerjaan yang direncanakan. Nilai positif dari *Schedule variance* mengindikasikan bahwa pada periode waktu tersebut, bagian pekerjaan yang diselesaikan, lebih banyak daripada rencana. Dengan kata lain, bagian pekerjaan diselesaikan lebih cepat daripada rencana.

3. Indeks Kinerja Biaya - Cost Performance Index (CPI)

Cost Performance Index adalah perbandingan antara nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan dengan biaya aktual yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Nilai CPI lebih besar dari 1, menunjukkan kinerja biaya yang baik, terjadi penghematan biaya aktual pelaksanaan dibandingkan dengan biaya rencana untuk bagian pekerjaan tersebut.

4. Indeks Kinerja Jadwal - Schedule Performance Index (SPI)

Schedule Performance Index adalah perbandingan antara penyelesaian pekerjaan di lapangan dengan rencana kerja pada periode waktu tertentu.

Nilai CPI lebih besar dari 1, menunjukkan kinerja yang baik, pekerjaan yang diselesaikan melampaui target yang direncanakan.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Varians:
 - a) biaya (*Cost Variance-CV*) = $BCWP - ACWP$
 - b) jadwal (*Schedule Variance-SV*) = $BCWP - BCWS$

2. Indeks kinerja

a) biaya (*Cost Performance Index CPI*) $BCWP/ACWP$

b) waktu (*Schedule Performance Index SPI*) $BCWP/BCWS$

Tabel 8.2 Penilaian Elemen Nilai Hasil

No	Indikator	Varian	Nilai	Kinerja	Nilai	Penilaian
1	Biaya	CV	+	CPI	>1	Untung
		CV	0	CPI	=1	Biaya aktual = biaya rencana
		CV	+	CPI	<1	Rugi
2	Jadwal	SV	+	SPI	>1	Lebih cepat dari jadwal
		SV	0	SPI	=1	Sesuai jadwal
		SV	+	SPI	<1	Terlambat dari jadwal

5. Prediksi Biaya Penyelesaian Akhir Proyek/*Estimate at Completion (EAC)*

Pentingnya menghitung CPI dan SPI adalah untuk memprediksi secara statistik biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Ada banyak metode dalam memprediksi biaya penyelesaian proyek (EAC). Namun, perhitungan EAC dengan SPI dan CPI lebih mudah dan cepat penggunaannya. Ada beberapa rumus perhitungan EAC, salah satunya adalah sebagai berikut:

$$EAC = ACWP + \frac{(BAC - BCWP)}{CPI \times SPI}$$

$$VAC = EAC - BAC$$

Tabel 8.3 Contoh tabel pembuatan konsep nilai hasil (*earned value*)

No.	Item Pekerjaan	Anggaran (BCWS)		Bobot	Penyelesaian		Nilai Hasil (BCWP)		Pengeluaran (ACWP)	Cost Performance Index (CPI)	Anggaran Tersisa ETC = BAC - ACWP	Estimate At Cost (EAC) = ACWP + ETC
		Rp.	%		Bagian	Total	Rp.	Rp.				
1	Pengisian Tanah	2.500	19,23%	4	100,00%	19,23%	2.500	3.000	1,2	-	3.000	
2	Pekerjaan Fondasi Bawah	3.000	23,08%	5	100,00%	23,08%	3.000	3.500	1,166667	-	3.500	
3	Pekerjaan Fondasi Atas	2.200	16,92%	5	75,00%	12,69%	1.650	1.600	0,969697	600	2.200	
4	Pekerjaan Badan Jalan	2.000	15,38%	5	20,00%	3,08%	400	400	1	1.600	2.000	
5	Batu Jalan	1.800	13,85%	5	0,00%	0,00%	-	-	-	1.800	1.800	
6	Penahan Dinding Tanah	1.500	11,54%	5	0,00%	0,00%	-	-	-	1.500	1.500	
TOTAL		13.000	100,00%	5	0,00%	0,00%	-	-	-	-	5.500	14.000

E. Potensi Penggunaan *Earned Value Management System* pada Proyek Konstruksi di Indonesia

Lima aspek utama manajemen proyek berdasarkan standar industri nasional di Amerika Serikat yaitu ANSI/EIA 748-A untuk penerapan Konsep Nilai Hasil, yaitu:

1. organisasi;
2. perencanaan, penjadwalan, dan penganggaran;
3. sistem akuntansi;
4. analisis dan pengelolaan laporan;
5. revisi dan perbaikan data.

Aspek-aspek tersebut kemudian dijabarkan menjadi 32 kriteria seperti pada Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Penerapan *Earned Value Management System* menurut Standar ANSI/EIA 748-A

No.	Aspek	Kriteria
1	Organisasi	Menetapkan Pekerjaan Berdasarkan Dokumen Kontrak
		Identifikasi Struktur Organisasi Proyek (OBS)
		Menyediakan Proses Integrasi Biaya dan Waktu
		Identifikasi Elemen Organisasi yang Bertanggung Jawab terhadap Biaya Tidak Langsung
		Integrasi antara WBS dan OBS
2	Perencanaan, Penjadwalan, dan Penganggaran	Membuat Jadwal yang Menunjukkan Urutan Pekerjaan
		Identifikasi Ukuran Penilaian Kinerja Proyek
		Menetapkan Anggaran Biaya terhadap Waktu
		Identifikasi Elemen Biaya yang Signifikan
		Identifikasi Elemen Biaya dalam Bentuk Paket Pekerjaan yang saling Terpisah
		Menjumlahkan Biaya Paket Pekerjaan dalam <i>Cost Account</i>
		Identifikasi dan Pengendalian <i>Level of Effort</i>
		Menetapkan Anggaran Biaya Tidak Langsung
		Identifikasi <i>Contingency</i> dan <i>Undistributed Budget</i>
		Memastikan Target Biaya sesuai dengan Anggaran Biaya Keseluruhan

No.	Aspek	Kriteria
3	Sistem Akuntansi	Mencatat Biaya Langsung
		Membuat Ringkasan dan Pendetailan Biaya Langsung dalam WBS
		Membuat Ringkasan dan Pendetailan Biaya Langsung dalam OBS
		Mencatat Biaya Tidak Langsung
		Identifikasi Biaya Aktual Tiap Satuan Unit Pekerjaan
		Mencermati Biaya Material Melalui <i>Cost Account</i> , Mencatat <i>Earned Value</i> dan Pencatatan Sepenuhnya untuk Material
4	Analisa dan Pengelolaan Laporan	Identifikasi SV, CV, SPI dan CPI secara Periodik
		Penjelasan terhadap Varian yang Signifikan
		Identifikasi Biaya Tidak Langsung dan Penjelasan terhadap Varian
		Merangkum Hasil Analisis terhadap WBS dan OBS
		Melakukan Tindakan dari Informasi Hasil Analisis
5	Revisi dan Perbaikan Data	Merevisi EAC dan VAC
		Memasukkan Perubahan yang Sah Sesuai dengan Waktu
		Penyesuaian dengan Budget Awal
		Mengendalikan Perubahan
		Mencegah Perubahan yang Tidak Sah
		Mendokumentasikan Perubahan Performance Measurement Baseline

Untuk mengetahui gambaran potensi penggunaan konsep EVMS tersebut pada pengelolaan proyek-proyek konstruksi di Indonesia, telah dilakukan survei terhadap 14 kontraktor di Jakarta dan Bandung yang terdiri dari 6 kontraktor dengan kualifikasi besar (B), 6 kontraktor menengah (M) dan 2 kontraktor kecil (K) (Soemardi dkk, 2006). Pada setiap responden dilakukan wawancara komprehensif mengenai praktik perencanaan dan pengendalian aspek biaya dan waktu. Jawaban para responden yang dikaji menunjukkan bahwa secara umum kontraktor-kontraktor tersebut belum siap dalam menerapkan konsep manajemen proyek yang bersifat terpadu. (Soemardi dkk, 2007) Dari hasil penilaian kesesuaian pengelolaan proyek terhadap kriteria *earned value*, kontraktor kecil mempunyai nilai kesesuaian yang paling rendah,

di mana aspek paling lemah dari kontraktor kecil adalah dari aspek organisasi dan aspek revisi dan perbaikan data. Untuk aspek organisasi, kontraktor kecil belum mempunyai sistem yang terintegrasi antara WBS dan OBS. Untuk aspek revisi dan perbaikan data kontraktor kecil belum ada pengelolaan dari perubahan-perubahan saat pelaksanaan proyek yang seharusnya berpengaruh terhadap acuan penilaian kinerja dan anggaran biaya. Pada kontraktor menengah hampir separuh dari kriteria *earned value* yang belum diterapkan dalam sistem pengelolaan proyek. Aspek terlemah dari kontraktor menengah adalah aspek revisi dan perbaikan data. Sementara itu, kontraktor besar sudah baik dalam menerapkan kriteria *earned value*. Aspek terlemah dari kontraktor besar adalah dari aspek analisis dan pengelolaan laporan di mana kontraktor besar, seperti juga pada semua kontraktor responden lainnya, belum membuat analisis kinerja proyek berdasarkan formula dari konsep *earned value*. Kinerja proyek pada umumnya hanya dilakukan melalui analisis varian saja baik dari segi waktu dan biaya.

F. Soal/Latihan

1. Konsep Nilai Hasil dapat dikatakan sebagai peningkatan dari analisis varians, tetapi analisis varians masih sering diterapkan guna maksud pengendalian. Mengapa?
2. Dapatkah mengkaji kinerja suatu kegiatan dengan analisis varians? Jelaskan!
3. Misalkan suatu pekerjaan mengecor kolom beton dengan volume 450m^3 dengan anggaran pekerjaan sebesar Rp 150.000.000,00. Jika pada minggu pertama dilaporkan telah diselesaikan sebesar 150 m^3 , berapakah nilai hasil pada saat pelaporan?
4. Buatlah tabel hasil konsep Nilai Hasil jika diketahui hal-hal sebagai berikut:

No.	Item Pekerjaan	Anggaran (BCWS) Rp.	Penyelesaian %	Pengeluaran (ACWP) Rp.
1	Pekerjaan Pendahuluan	1.500	100,00%	2.000
2	Pekerjaan Tanah	2.500	100,00%	2.500
3	Pekerjaan Fondasi	3.700	65,00%	2.400
4	Pekerjaan Struktur	3.850	20,00%	700
5	Pekerjaan Arsitektur	2.800	0,00%	-
6	Pekerjaan Penyelesaian	2.500	0,00%	-
	TOTAL	16.850		

G. Ringkasan

1. Analisis varians merupakan metode pengendalian yang luas penggunaannya, baik untuk biaya maupun jadwal. Mekanismenya adalah membandingkan perencanaan (estandar) dengan kenyataan hasil pelaksanaan. Misalnya pengeluaran dengan anggaran, kemajuan pekerjaan dengan jadwal, atau jadwal induk.
2. Metode pengendalian yang mengaitkan anggaran dengan persentase penyelesaian pekerjaan dikenal sebagai konsep nilai hasil atau *earned value concept* dengan elemen BCWP, ACWP, dan BCWS.
3. Dengan memakai 3 elemen tersebut dapat dievaluasi angka-angka varians terpadu, yaitu varians yang mengaitkan jadwal dengan biaya, seperti varians biaya terpadu (BCWP – ACWP) dan varian jadwal terpadu (BCWP – BCWS).
4. Dapat juga dihitung indeks kinerja, yaitu Indeks Kinerja Biaya (CPI) = BCWP/ACWP dan Indeks Kinerja Jadwal (SPI) = BCWP/BCWS .

DAFTAR PUSTAKA

- Abba, Wayne. 2000. *How Earned Value Got to Prime Time: A Short Look Back and Glance Ahead*. The Measurable News. 2001.
- Asiyanto. 2005. *Construction Project Cost Management*. Jakarta: Pradyna Paramita.
- Barry, Donald S., and Paulson. 1998. *Manajemen Proyek Profesional*. Jakarta: Erlangga.
- Callahan, Michael T. et.al. 1992. *Construction Project Scheduling*. New York: McGraw Hill.
- Crean, William R., Adamczyk. 1982 *Applications of Cost and Schedule Integration*, AACE Transactions.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Jakarta: Kanisius.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Flemming, Q.W., Koppelman, J.M. 1994 *The Essence and Evolution of Earned Value*, AACE Transactions.

Gould, E. 1998. *Construction Management*. New York: McGraw Hill.

Halpin, Daniel and Woodstock. 1998. *Construction Management*. New York: John Wiley.

Ibrahim, Bachtiar. 1993. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara.

Kamarwan, Sidharta, dkk, 1998 *Ilmu Manajemen Konstruksi untuk Perguruan Tinggi*, Jakarta: Penerbit Universitas Tarumanegara.

Melik, Serhat. 2010 *Cash Flow Analysis of Construction Projects Using Fuzzy Set Theory*. Turkey: A Thesis, Middle East Technical University.

NDIA., NDIA PMSC ANSI/EIA-748-A. 2005. *Standard for Earned Value Management System Intent Guide*, NDIA.

PMBOK 2008

Project Management Book of Knowledge 3rd Ed., 2004.

Soeharto, Iman. 1998. *Manajemen Proyek, dari Konseptual hingga Operasional*. Jakarta: Erlangga.

Soemardi, B.W., dkk, 2006 *Pengembangan Sistem Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi di Indonesia*. Laporan Hasil Riset, Bandung ITB.

TENTANG PENULIS

Ir. Irika Widiyanti, MT

Lahir di Salatiga, Jawa Tengah, 30 Mei 1965. Bertugas sebagai dosen di jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta dari 1999 hingga sekarang. Sebelumnya, sejak tahun 1990 sampai dengan 1999, bertugas sebagai dosen di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang.

Riwayat Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama di Pangkal-pinang Bangka. Dilanjutkan dengan Sekolah Menengah Pertama di Semarang. Kuliah S1 ditempuh di Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro (lulus tahun 1990). Melanjutkan pendidikan di Pascasarjana Universitas Indonesia jurusan Teknik Sipil kekhususan Manajemen Konstruksi (lulus tahun 1996) dan saat ini sedang melanjutkan pendidikan doktoral di Institut Teknologi Bandung dengan konsentrasi Manajemen dan Rekayasa Konstruksi.

Lenggogeni, MT

Lahir 17 April 1973 di Jakarta. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Universitas Trisakti Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil pada tahun 1998. Jenjang magister teknik ditempuh pada tahun 2000 – 2002 di Universitas Indonesia, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, dengan kekhususan Manajemen Konstruksi. Mengajar pada Universitas Negeri Jakarta sejak 1999 hingga sekarang pada Fakultas Teknik, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil. Mata kuliah yang diampu selama menjadi pengajar adalah Manajemen Konstruksi, Ekonomi Teknik, dan Rencana Anggaran dan Biaya.