

**MANAJEMEN PROYEK
KONSTRUKSI**

deepublish / Publisher

UU No. 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Hak Terkait Pasal 49

1. Pelaku memiliki hak eksklusif untuk memberikan izin atau melarang pihak lain yang tanpa persetujuannya membuat, memperbanyak, atau menyiarkan rekaman suara dan/atau gambar pertunjukannya.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Dr. Hafnidar A. Rani, S.T., M.M.

 **deepublish**
glorify and develop the intellectual of human's life

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Hafnidar A. Rani

Desain Cover : Herlambang Rahmadhani
Tata Letak Isi : Haris Ari Susanto

Cetakan Pertama: November 2016

Hak Cipta 2016, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2016 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: deepublish@ymail.com

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

RANI, hafnidar a.

Manajemen Proyek Konstruksi/oleh Hafnidar A. Rani.--Ed.1, Cet. 1--
Yogyakarta: Deepublish, November 2016.

viii, 99 hlm.; Uk:15.5x23 cm

ISBN 978-Nomor ISBN

1. Teknik Bangunan

I. Judul
694.1

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi kekuatan kepada kami sehingga penyusunan bahan ajar Manajemen Proyek Konstruksi ini terselesaikan.

Bahan ajar ini disusun dengan tujuan untuk meningkatkan dan memperluas ruang lingkup ilmu Manajemen Proyek Konstruksi berdasarkan beberapa literatur, juga terutama berdasarkan pengalaman mengajar dan membuat penelitian dibidang ilmu Manajemen Rekayasa Konstruksi.

Menyadari akan banyaknya jenis proyek, maka pemilihan judul tersebut dimaksudkan untuk mencoba memberikan ulasan yang bersifat khusus perihal manajemen proyek konstruksi, termasuk konsep dan teknik aplikasinya yang telah diterapkan dan diakui faedahnya secara luas.

Penyusunan bahan ajar ini ditujukan kepada mahasiswa-mahasiswa yang sedang mempelajari ilmu Manajemen Rekayasa Konstruksi dan para peminat lain yang akan berkecimpung dalam kegiatan proyek konstruksi serta ingin mengenal manajemen proyek konstruksi.

Akhir kata, harapan kami kiranya bahan ajar ini dapat bermanfaat dalam rangka ikut mensukseskan program besar pemerintah untuk mencerdaskan bangsa. Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga terlaksananya penyusunan bahan ajar ini.

Banda Aceh, Maret 2016
Penyusun,

Dr. Hafnidar A. Rani, S.T., M.M

deepublish / publisher

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	4
2.1 Manajemen.....	4
2.2 Proyek.....	6
2.3 Konstruksi.....	6
2.4 Manajemen Proyek.....	8
2.5 Manajemen Konstruksi.....	8
BAB III DAUR HIDUP PROYEK	12
3.1 Umum.....	12
3.2 Hubungan antara Unsur-unsur Proyek.....	13
BAB IV KODEFIKASI DAN SERTIFIKASI PROFESI MANAJEMEN PROYEK	19
4.1 Umum.....	19
4.2 Porsi Penguasaan Komponen Teknis.....	19
4.3 Manajemen Proyek sebagai Profesi.....	20
4.4 Project Management Body Of Knowledge (PM-BOK).....	21

BAB V PERANGKAT-PERANGKAT MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	34
5.1 Umum	34
5.2 Bar Chart (Gantt Chart) dan Kurva S	34
5.3 Net Work Planning.....	38
5.4 Critical Path Method (CPM)	52
5.5 LINEAR SCHEDULE METHODE (LSM)	64
5.6 Precedence Diagram Method (PDM).....	68
5.7 Project Evaluation and Review Technique (PERT)	74
DAFTAR PUSTAKA.....	94
GLOSARIUM	95

BAB I

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, perkembangan dunia konstruksi semakin pesat, baik dalam segi teknologi, kapasitas proyek, maupun dana yang diperlukan dan diserap untuk proyek-proyek tersebut. Perkembangan jasa konstruksi di Indonesia ditandai dengan banyaknya proyek berskala besar yang dibangun oleh pemerintah maupun swasta. Fakta ini merupakan peluang dan tantangan bagi masyarakat dunia usaha, khususnya usaha jasa konstruksi.

Manajemen dalam pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan perencanaan dan penjadwalan, yaitu proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan dasar sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapai tujuan dan sasaran tersebut. Dimana tujuan dalam pelaksanaan konstruksi adalah untuk menyelesaikan pekerjaan dan mendapat keuntungan dari total biaya yang dikeluarkan. Sedangkan sasaran dalam pelaksanaan konstruksi adalah pengembangan usaha dan peningkatan produktivitas.

Di negara yang sedang berkembang, dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat, tuntutan akan terselenggaranya kegiatan yang dilandasi prinsip-prinsip makin terasa, mengingat banyaknya kemajuan yang harus diraih, sedangkan sumber daya yang tersedia sangat terbatas. Ketinggalan ini diusahakan yaitu dengan pembangunan di segala bidang.

Dalam konteks buku ini, pembangunan tersebut berupa fisik proyek konstruksi seperti pembangunan prasarana gedung, jalan, jembatan, dan lain-lain. Menghadapi keadaan demikian, langkah yang umumnya ditempuh disamping mempertajam prioritas adalah mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan agar dicapai hasil guna yang maksimal dari sumber daya yang tersedia.

Pengelolaan proyek yang dikenal sebagai “Manajemen Proyek Konstruksi” adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk maksud tersebut, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara ilmiah dan intensif sejak pertengahan abad ke-20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek konstruksi. Melalui buku ini, penulis dengan segala keterbatasan bermaksud ikut serta menyebarkan pengertian dan kegunaan manajemen proyek khususnya proyek konstruksi.

Secara garis besar materi ajar Manajemen Proyek Konstruksi ini mencakup: definisi manajemen proyek konstruksi; daur hidup proyek (proses pelelangan, kontrak); perangkat manajemen proyek konstruksi (metode-metode penjadwalan).

PERKULIAHAN KE: 1

- TIK:** Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu:
1. Menjelaskan definisi manajemen proyek konstruksi.
 2. Menguraikan tipe-tipe konstruksi.
 3. Menjelaskan sasaran manajemen proyek konstruksi.

Pokok Bahasan: Manajemen Proyek Konstruksi

Deskripsi singkat: Dalam pertemuan ini Anda akan mempelajari bermacam-macam pandangan untuk memperoleh pengertian dasar tentang manajemen proyek konstruksi, dan proses timbulnya suatu proyek. Pengertian dasar ini berguna untuk Anda mengikuti perkuliahan berikutnya tentang daur hidup proyek untuk dapat menghadapi perilaku dan dinamika yang melekat pada kegiatan proyek.

I. Bahan Bacaan:

1. Ervianto, W. I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
2. Ervianto, W. I. 2004. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
3. Mahendra, S. S. 2004. Manajemen Proyek-Kiat Sukses Mengelola Proyek. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
4. Soeharto, I. 1997. Manajemen Proyek-Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
5. Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

II. Pertanyaan Kunci/Tugas:

1. Apa yang dimaksud dengan manajemen proyek dan manajemen konstruksi?
2. Bagaimana proses timbulnya suatu proyek?
3. Uraikan tipe-tipe konstruksi!

Apa saja yang diperlukan untuk penataan **TIK**: Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menentukan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Menjadwalkan waktu pelaksanaan proyek dengan *Network Planning*.
3. Menjadwalkan waktu pelaksanaan proyek dengan *Critical Path Method*.

BAB II

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

2.1 Manajemen

Kata manajemen berasal dari kata *manos*, *managio*, *manage*, yang artinya melatih kuda mengangkat kaki, merupakan kutipan dari bahasa Latin/Italia/Perancis. Selanjutnya dapat dipahami bahwa dalam melatih kuda mengangkat kaki diperlukan langkah-langkah yang teratur dan dilakukan secara bertahap, sehingga manajemen identik dengan mengatur atau menata sesuatu dengan fungsinya.

Hidup berkelompok adalah gejala hidup yang sangat menonjol di dalam masyarakat. Kebanyakan kelompok-kelompok ini merupakan wujud usaha bersama karena memiliki tujuan bersama. Untuk mencapai tujuan dari usaha-usaha tersebut, diperlukan rangkaian pekerjaan-pekerjaan induk menurut corak dari tujuan itu. Agar pekerjaan-pekerjaan induk dan sumber-sumber kegiatan lainnya dapat terarahkan kepada maksud pencapaian tujuan haruslah dilakukan *pengaturan*. Istilah lazim yang digunakan untuk pengaturan ini adalah *penataan*, dari asal kata “tata”, “menata” dan seterusnya. Rangkaian penataan inilah yang dimaksud dengan *administrasi*. Sebagian dari kegiatan-kegiatan yang demikian adalah kegiatan yang khusus menyangkut segi-segi memimpin pengaturan atau penataan tadi, agar tujuan sungguh-sungguh dapat dicapai, kegiatan inilah yang disebut dengan *manajemen*. Jadi pada pokoknya, manajemen adalah:

“Segegap rangkaian memimpin penataan atau pengaturan terhadap pekerjaan induk dan sumber-sumber kegiatan lainnya dalam suatu usaha bersama agar tujuan dapat benar-benar dicapai”.

Administrasi dipelajari oleh ilmu administrasi dan termasuk dalam kelompok ilmu-ilmu sosial/kemasyarakatan, orangnya disebut

administrator. Sedangkan manajemen dipelajari oleh ilmu manajemen, sehingga berangkat dari pengertian di atas, manajemen merupakan cabang ilmu administrasi.

Di negara-negara barat pengertian administrasi dan manajemen sering dikisruhkan, karena belum ada suatu kesepakatan mengenai ruang lingkup dari kedua pengertian tersebut. Dalam kenyataannya, penggunaan kedua pengertian di atas lebih tergantung kepada orangnya (baik berupa penulis buku atau profesi lainnya), yang mana penggunaannya disesuaikan dengan maksud istilah yang dipakai. Dengan kata lain, istilah manajer cenderung dipakai di kalangan perusahaan, sedangkan administrator di kalangan pemerintahan. Manajemen menekankan persoalan dari atas (sudut majikan), sedangkan administrasi menekankan dari bawah (sudut pelayan).

Istilah manajemen menurut *Lawrence Apply (American Management Association)* adalah suatu seni untuk melakukan suatu usaha yang memerlukan perantara atau bantuan orang lain. Sedangkan George R. Terry menyatakan manajemen adalah melaksanakan tujuan yang telah ditetapkan terlebih dahulu dengan bantuan orang lain.

Di Amerika Serikat hubungan pemerintahan dan masyarakat (rakyat) tidak disebut manajemen, karena mereka menganut sistem liberal (semua serba swasta), artinya masyarakat tidak mau melayani pemerintah, tetapi pemerintahlah yang menjadi pelayan masyarakat. Jadi orang bekerja pada pemerintah dianggap pelayan masyarakat (*public servant*).

Fayol (Amerika Serikat) merinci kemahiran manajemen atas:

1. Kemahiran merencanakan
2. Kemahiran mengorganisasi
3. Kemahiran memerintah
4. Kemahiran mengkoordinasikan
5. Kemahiran pengontrolan

Inti dari perencanaan yang menyeluruh lazimnya merupakan gambaran yang memuat unsur-unsur 5W+1H, yaitu:

What : Apa yang dikerjakan (materi);

Why : Mengapa justru itu yang dikerjakan (dasar pertimbangan/tujuan);

Who : Siapa yang mengerjakan (pelaksana);

Where : Di mana sesuatu itu akan dikerjakan (lokasi kerja);

When : Kapan dimulai dan selesainya pekerjaan tersebut (waktu);

How : Bagaimana mengerjakannya (Tata kerja/peralatan).

2.2 Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Dalam mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (*triple constraint*).

2.3 Konstruksi

Kata “Konstruksi” dapat didefinisikan sebagai tatanan/susunan dari elemen-elemen suatu bangunan yang kedudukan setiap bagian-bagiannya sesuai dengan fungsinya. Berbicara tentang konstruksi, maka yang terbayangkan adalah gedung bertingkat, jembatan, bendungan, dam, jalan raya, bangunan irigasi, lapangan terbang dan lain-lain.

Secara umum, konstruksi ada 2 (dua) macam yaitu:

1. Konstruksi Bangunan Gedung, terdiri atas: bangunan gedung, perumahan, hotel dan lain-lain; dan
2. Konstruksi Bangunan Sipil, seperti jembatan, jalan, lapangan terbang, terowongan, irigasi, bendungan dan lain-lain.

Kedua macam konstruksi ini memiliki ciri-ciri yang berbeda, seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Konstruksi Bangunan Gedung	Konstruksi Bangunan Sipil
<ul style="list-style-type: none"> • Menghasilkan tempat orang bekerja (kantor, gudang dan lain-lain); • Tempat kerja pada lokasi yang relatif kecil; • Kondisi pondasi pada lokasi yang relatif kecil; • Manajemen dibutuhkan untuk <i>progressing</i> pekerjaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyek konstruksi mengendalikan alam untuk kepentingan manusia; • Pekerjaan berlangsung pada lokasi yang luas dan panjang; • Kondisi pondasi (geologi) pada setiap lokasi sangat berbeda satu dengan yang lainnya; • Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan, bukan timbul progres.

Juga dikenal ada 4 (empat) tipe konstruksi, yaitu:

1. Konstruksi pemukiman (*Residential Construction*)

Termasuk dalam konstruksi ini antara lain: hunian, rumah tinggal, kompleks pemukiman. Penataan yang diperlukan di sini adalah bagaimana menata ruang (lingkungan) dengan mempertimbangkan perkembangan pada masa yang akan datang (20 tahun mendatang), penata sistem saluran pembuangan dan lain-lain. Adanya permasalahan seperti terjadinya genangan air di dalam kompleks pada hujan menandakan bahwa manajemen konstruksi pada pembangunan kompleks itu tidak bagus.

2. Konstruksi gedung (*Building Construction*)

Termasuk di sini gedung perkantoran, gedung kuliah, gedung perbankan dan lain-lain. Penataan yang diperlukan umumnya penataan fasilitas-fasilitas yang disediakan, seperti hidrant, perlunya lift untuk gedung kuliah lebih dari 2 lantai (biasanya yang menggunakan gedung kuliah bukan saja mahasiswa, tetapi dosen yang umumnya berusia tua), sistem pengamanan kebakaran dan lain-lain. Adanya gangguan suara ribut dari atap pada saat angin kencang pada suatu gedung kuliah menandakan bahwa manajemen konstruksi pada gedung tersebut juga tidak bagus.

3. Konstruksi rekayasa berat (*Heavy Engineering Construction*)

Biasanya pada konstruksi ini, banyak bekerja alat-alat berat sehingga memerlukan penataan sehingga tidak terjadi alat-alat terbengkalai di lokasi karena tidak digunakan, sedangkan biaya sewa peralatan berat umumnya mahal. Terjadinya pengangguran alat-alat berat dan lain-lainnya menandakan manajemen konstruksinya tidak bagus.

4. Konstruksi industri (*Industrial Construction*)

Termasuk dalam konstruksi industri ini antara lain pabrik-pabrik dan lain-lain. Penataan yang diperlukan terutama terhadap pengaruh yang ditimbulkannya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar seperti limbah, polusi dan lain-lain. Untuk itu harus disediakan suatu fasilitas yang dapat mengatasi pengaruh tersebut. Dan fasilitas-fasilitas ini harus ditata sedemikian sehingga dapat berfungsi dengan baik.

2.4 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin.

2.5 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi tersusun dari dua kata yaitu "Manajemen" dan "Konstruksi". Kata manajemen berarti melatih kuda mengangkat kaki, kata konstruksi mempunyai arti susunan dari elemen-elemen bangunan yang kedudukan setiap bagian-bagian sesuai dengan fungsinya.

Selanjutnya dapat disimpulkan suatu definisi dari Manajemen Konstruksi sebagai berikut:

“Manajemen Konstruksi adalah usaha yang dilakukan melalui proses manajemen yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan proyek dari awal sampai akhir dengan mengalokasikan sumber-sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu hasil yang memuaskan sesuai sasaran yang diinginkan”.

Dalam buku Manajemen Konstruksi, manajemen konstruksi didefinisikan sebagai:

“Usaha-usaha yang dilakukan dalam suatu kegiatan agar tujuan dari kegiatan tersebut dapat tercapai secara efektif dan efisien”.

Selanjutnya dapat dipahami mengenai bagaimana maksud dari pengaturan/penataan konstruksi yang teratur. Artinya suatu pekerjaan konstruksi, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan sampai konstruksi selesai, kegiatan-kegiatannya tersusun secara berurutan. Misalnya: membuat pondasi dikerjakan setelah galian selesai, membuat sloof setelah pondasi selesai dan lain-lain.

Manajemen pada suatu konstruksi merupakan suatu alat untuk mengefektifkan dan mengefisienkan kegiatan-kegiatan pada proyek tersebut. Parameter yang digunakan di sini adalah fungsi waktu dan biaya dari setiap kegiatan proyek konstruksi. Jadi, untuk mengatur/menata kegiatan-kegiatan ini seseorang harus lebih dahulu mengerti dan memahami persoalan dari awal sampai akhir, dengan kata lain kita harus memasuki ke dalam konstruksi secara utuh.

Setiap proyek konstruksi, terdapat sumber daya yang akan diproses, pada saat proses inilah diperlukan manajemen agar proses ini berjalan efektif dan efisien, dan diperoleh hasil yang memuaskan. Sumber daya adalah berbagai daya untuk memungkinkan sebuah hasil yang ingin dicapai. Sumber daya itu terdiri dari 6M+I+S+T yaitu *Money* (uang), *Material* (bahan), *Machine* (peralatan), *Man-power* (tenaga manusia), *Market* (pasar), dan *Methode* (metode) serta *Information* (informasi), *Space* (ruang) dan *Time* (waktu).

Secara skematis ditunjukkan seperti gambar berikut:



Sasaran manajemen konstruksi adalah untuk menata pekerjaan konstruksi agar pekerjaan tersebut berlangsung efektif dan efisien. Konstruksi itu sendiri merupakan susunan yang terabjatis, artinya konstruksi itu tersusun A – B – C – D, bukan seperti C – B – D – A. Dengan kata lain, pondasi suatu bangunan selalu letaknya paling bawah dan rangka atap bangunan letaknya di atas ringbalk.

Jika diurut mengenai penataan pada suatu konstruksi, maka diperlukan:

1. Studi kelayakan
Layak tidaknya suatu konstruksi di bangun, menyangkut pengaruh terhadap lingkungan, jauh dekatnya dengan fasilitas umum. Disini manajemen konstruksi mulai berperan.
2. Rekayasa desain
Di sinilah berfungsinya manajemen konstruksi pemukiman dan gedung, menyangkut dengan penyediaan fasilitas-fasilitas, sistem pembuangan air kotor, sistem air bersih, pemipaan dan lain-lain.
3. Pengadaan
Setelah desain selesai diperlukan biaya dan bahan (material) dan sumber daya.
4. Pelaksanaan konstruksi
Diperlukan manajemen untuk menata dan mengatur setiap kegiatan dengan pemanfaatan sumber daya yang efektif dan efisien. Memantau setiap pekerjaan yang telah dikerjakan dan memantau konflik antar sumber daya yang terjadi.
5. Pemanfaatan
6. Pemeliharaan
Diperlukan manajemen pemeliharaan

PERKULIAHAN KE: 2 - 3

- TIK:** Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu:
1. Menjelaskan timbulnya suatu proyek konstruksi.
 2. Menguraikan tahap-tahap daur hidup proyek beserta output dan penggerakannya.
 3. Menjelaskan hubungan antara unsur-unsur yang terlibat dalam proyek konstruksi.

Pokok Bahasan: Daur Hidup Proyek

Deskripsi singkat: Dalam pertemuan ini Anda akan mempelajari bagaimana timbulnya suatu proyek konstruksi, tahapan daur hidup proyek, output dan penggerak proyek, serta hubungan antara unsur-unsur yang terlibat pada proyek yaitu: antara pemilik, pelaksana, konsultan perencanaan dan konsultan pengawas. Materi dasar ini berguna untuk Anda mengikuti perkuliahan berikutnya tentang kodefikasi dan sertifikasi profesi manajemen proyek.

I. Bahan Bacaan:

1. Ervianto, W. I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
2. Ervianto, W. I. 2004. Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
3. Soeharto, I. 1997. Manajemen Proyek - Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
4. Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

5. Pertanyaan Kunci/Tugas:

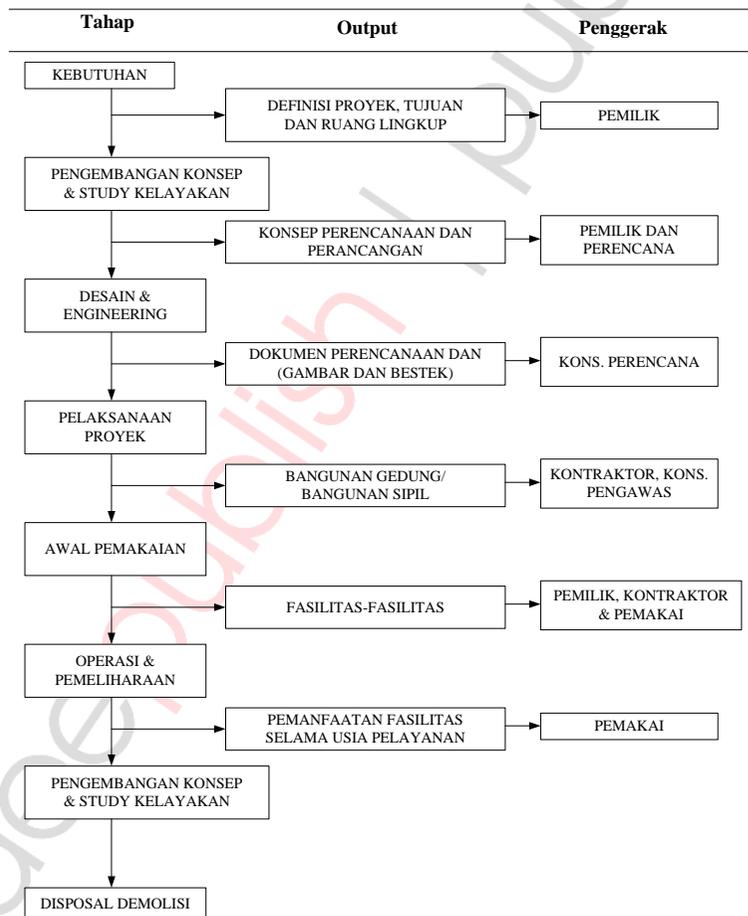
1. Bagaimanakah proses timbulnya suatu proyek.
2. Uraikan tahapan-tahapan daur hidup proyek.
3. Jelaskan hubungan antara unsur-unsur proyek.

BAB III

DAUR HIDUP PROYEK

3.1 Umum

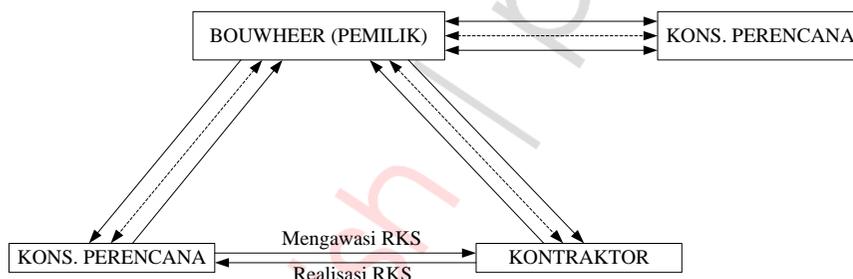
Secara umum, daur hidup suatu proyek dapat digambarkan seperti diagram berikut:



Dari diagram di atas jelas terlihat bahwa pada suatu proyek konstruksi, terdapat unsur-unsur proyek yang bila unsur-unsur ini bertemu akan menghasilkan suatu progres untuk konstruksi gedung, dan akan menghasilkan suatu penyelesaian masalah untuk konstruksi sipil seperti jalan, bangunan irigasi dan lain-lain. Unsur-unsur tersebut yaitu: Pemilik (*Bouwheer*), Konsultan Perencana, Konsultan Pengawas dan Pelaksana.

3.2 Hubungan antara Unsur-unsur Proyek

Hubungan antara unsur-unsur tersebut digambarkan sebagai berikut:



Keterangan:

- > : Membayar jasa kepada konsultan perencana, konsultan pengawas dan kontraktor
- > : Menerima jasa kepada pemilik (bouwheer)
- ←> : Kontak

Dalam daur hidup proyek, unsur-unsur ini berfungsi sebagai penggerak, seperti yang diperlihatkan pada diagram di atas, dengan jelas diperlihatkan keterlibatan setiap unsur-unsur tersebut sebagai penggerak proyek. Mengenai unsur-unsur tersebut, diuraikan sebagai berikut:

A. Pemilik/Pimpro (*Bouwheer*)

Pemilik dapat berupa perorangan atau badan hukum, instansi pemerintah atau swasta yang merupakan pihak yang berinisiatif untuk mengadakan proyek.

1. Hubungan antara *Bouwheer* dengan kontraktor dapat berupa:

- *Bouwheer* adalah pemerintah dan kontraktor juga pemerintah (DPU) maka hubungannya berwujud kedinasan;
- *Bouwheer* dari pemerintah atau swasta sedangkan kontraktor dari swasta, hubungannya dituangkan dalam perjanjian pemborongan (surat perintah kerja).

2. Hubungan antara *bouwheer* dengan konsultan perencana

Bouwheer dengan konsultan rencana terikat dalam suatu kontrak perjanjian, yang melalui proses pelelangan:

- Konsultan perencana memberikan jasanya melalui perencanaan yang berupa gambar detail, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS);
- *Bouwheer* wajib membayar hasil kerja konsultan perencana sesuai perjanjian.

3. Hubungan antara *Bouwheer* dengan konsultan pengawas

- *Bouwheer* dengan konsultan terikat dalam suatu kontrak perjanjian;
- Konsultan pengawas memberikan jasanya dengan melakukan pengawasan pembangunan proyek agar dilakukan dengan bestek dan RKS;
- *Bouwheer* wajib membayar jasa pengawasan yang dilakukan oleh konsultan pengawas sesuai perjanjian.

Adapun hak dan kewajiban *Bouwheer* yaitu:

1. Memeriksa dan menyetujui hasil pekerjaan pelaksana;
2. Menerima hasil pekerjaan;
3. Membayar hasil pekerjaan.

B. Pelaksana (Kontraktor)

Pelaksana adalah perorangan atau badan hukum, swasta atau pemerintah yang melaksanakan suatu proyek yang diperoleh suatu pelelangan, penunjukan langsung atau pengadaan langsung. Hubungan antara kontraktor pelaksana dengan konsultan pengawas yaitu pengawas mengawasi pekerjaan kontraktor sesuai atau tidak dengan bestek.

Tujuan dan tanggung jawab pelaksana adalah sebagai berikut:

1. Melaksanakan sarana penunjang bagi kelancaran pekerjaan;
2. Mempersiapkan bahan yang berkualitas dan memenuhi persyaratan bestek;
3. Mengadakan tenaga kerja yang berpengalaman serta peralatan yang diperlukan;
4. Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar bestek dan peraturan yang tercantum dalam RKS;
5. Menyelesaikan dan menyerahkan pekerjaan tepat pada waktu yang telah ditentukan dalam perjanjian/kontrak;
6. Mengadakan pemeliharaan selama proyek tersebut masih dalam tanggung jawabnya;
7. Bertanggung jawab terhadap fisik bangunan selama dalam masa pemeliharaan.

C. Konsultan (Perencana/Pengawas)

Konsultan adalah perorangan atau badan hukum dengan kualifikasi tertentu yang merencanakan suatu proyek atau mengawasi suatu proyek yang direncanakannya. Tugas dan tanggung jawab konsultan sebagai perencana suatu proyek adalah:

1. Membuat rencana lengkap yaitu arsitektur, rencana struktur, instalasi listrik dan air, serta tata cara dalam pelaksana bangunan;

2. Mengumpulkan data lapangan, lingkungan dan uraian tentang persyaratan setempat;
3. Membuat gambar pra rencana, rencana dan detail;
4. Menyusun RKS, daftar perhitungan volume pekerjaan dan Rencana Anggaran Biaya;
5. Mempersiapkan seluruh dokumen proyek yang berisi: Syarat-syarat umum dan khusus, bestek, petunjuk peledangan dan waktu perkiraan proyek;
6. Menyerahkan seluruh dokumen proyek kepada pemilik proyek.

Sebagai pengawas, konsultan mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

1. Mengawasi laju perkembangan proyek, baik kualitas maupun konstruksi secara keseluruhan sesuai dengan bestek;
2. Mengawasi pemakaian bahan bangunan agar mutu pekerjaan sesuai dengan bestek;
3. Menyetujui perubahan-perubahan dan penyesuaian yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan dengan mendapat persetujuan pemimpin proyek;
4. Membuat laporan harian, mingguan dan bulanan mengenai kemajuan proyek;
5. Mengawasi ketepatan waktu pelaksanaan dengan waktu yang direncanakan.

PERKULIAHAN KE: 4-5

- TIK:** Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu:
1. Menjelaskan konsep manajemen proyek.
 2. Menjelaskan pentingnya profesi Manajemen Proyek dikodefikasi, distandardisasi dan disertifikasi.
 3. Menguraikan 9 komponen area ilmu manajemen proyek dalam PM-BOK yang telah dirumuskan oleh *Project Management Institute*.

Pokok Bahasan: Kodefikasi dan Sertifikasi Profesi Manajemen Proyek Konstruksi

Deskripsi singkat: Dalam pertemuan ini Anda akan mempelajari porsi penguasaan komponen teknis, manajemen proyek sebagai profesi, serta batang tubuh ilmu manajemen proyek (*Project Management Body Of Knowledge/PM-BOK*). Materi ini berguna untuk Anda dan para pengamat Manajemen Proyek, agar profesi MP disamping jalur akademis juga tersedia jalur praktisi untuk mengikuti program sertifikasi dengan kualifikasi yang telah ditentukan.

I. Bahan Bacaan:

1. Project Management Institute. 2000. *A Guide to The Project Management Body Of Knowledge, PMBOK Guide*. Newtown Square, Pennsylvania, USA.
2. Rani, H. A. 2012. *Relationship Between The Nine Functions of Project Management and Project Success*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, No. 2, Vol. 1. Banda Aceh.
3. Rani, H. A. 2013. *The Iron Triangle as Triple Constraints in Project Management*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh, No. 1, Vol. 2. Banda Aceh.
4. Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek - Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
5. Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

II. Pertanyaan Kunci/Tugas:

1. Jelaskan segi-segi positif adanya kodefikasi dan standardisasi profesi Manajemen Proyek?
2. Jelaskan 9 komponen area ilmu manajemen proyek dalam PM-BOK yang telah dirumuskan oleh *Project Management Institute*, beserta *output* yang dihasilkan.
3. Pimpro dan tim inti proyek berkewajiban mengidentifikasi dan menguasai area/jenis disiplin ilmu lain yang tidak dimasukkan dalam PM-BOK, tetapi diperlukan untuk proses mengelola jenis proyek tertentu yang sedang ditangani. Berikan contoh disiplin ilmu dan jenis proyek tersebut.

BAB IV

KODEFIKASI DAN SERTIFIKASI PROFESI MANAJEMEN PROYEK

4.1 Umum

Menyadari makin luasnya aplikasi manajemen proyek (MP) di dunia usaha, industri, dan bidang-bidang lain dewasa ini, maka timbul pemikiran perlunya suatu kodefikasi dan standarisasi yang berkaitan dengan profesi manajemen proyek. Maksud ini didorong bukan karena kurangnya kualitas penyelenggara proyek dalam praktek di lapangan, tetapi lebih ditujukan kepada usaha memudahkan mereka yang hendak menekuni profesi manajemen proyek dan juga pemakai jasa manajemen proyek. Umumnya pimpro dan tim proyek mempunyai latar belakang pendidikan dan pengalaman yang cukup sebelum bertugas mengelola proyek. Mereka masing-masing membawa konsep profesi dari bidang teknis dan disiplin ilmu serta pengalaman implementasinya dalam pekerjaan-pekerjaan sebelumnya ke dalam arena manajemen proyek. Di sinilah dasar timbulnya pemikiran di atas, yaitu tidak adanya kode dan standar profesi yang memberikan batasan perihal manajemen proyek.

4.2 Porsi Penguasaan Komponen Teknis

Sampai sekarang pengalaman menunjukkan bahwa umumnya para pimpro dan pelaku proyek tidak memiliki persiapan untuk mengelola atau menduduki jabatan proyek. Timbulnya kebutuhan akan seseorang pimpro atau pelaku proyek biasanya sebagai berikut: pucuk pimpinan perusahaan mempunyai persoalan dengan adanya penambahan kegiatan baru, atau perbaikan dari fasilitas yang telah ada

yang harus dikerjakan sebagai proyek. Ia kemudian menunjuk seseorang sebagai penanggung jawab karena alasan-alasan berikut:

- Memiliki keahlian teknis sesuai dengan lingkup kerja proyek. Misalnya seorang *civil engineering* untuk proyek mendirikan kantor.
- Tersedia pada saat diperlukan.
- Ia seorang manajer lini yang berpengalaman, yang diharapkan mampu memecahkan masalah-masalah manajerial yang mungkin timbul.
- Memiliki indikasi bersedia menghadapi berbagai tantangan.

Jadi, karir pimpro dan para pelaku yang penting umumnya mengikuti urutan di atas, artinya tidak ada perencanaan yang nyata ataupun pelatihan dan pendidikan formal bagi mereka untuk profesi manajemen proyek, kecuali berbekal pengetahuan teknis dari disiplin ilmu yang merupakan porsi yang dominan dari lingkup kerja proyek yang hendak ditangani. Sesungguhnya dengan persiapan yang lebih matang dalam aspek penguasaan ilmu manajemen proyek maka mereka akan dapat menyelesaikan tugasnya lebih baik dan membuat lebih sedikit kesalahan pada waktu menjadi pimpro untuk yang pertama kali, sehingga dapat dihindari pemborosan waktu, tenaga, dan sumber daya.

4.3 Manajemen Proyek sebagai Profesi

Profesi adalah suatu kejuruan yang memerlukan pendidikan dan latihan serta melibatkan kecakapan intelektual. Banyak profesi dimasyarakat yang telah diakui secara formal seperti akuntan, ekonomi, dokter, ahli hukum, insinyur, dan lain-lain. Profesi tersebut dibedakan satu dengan yang lain atas dasar jenis pendidikan dan penguasaan disiplin ilmu dan latihan yang telah ditempuh dan diselesaikan sebelum memberikan pelayanan kepada masyarakat. Umumnya masyarakat pemakai (*consumer*) pelayanan tersebut menilai dan menerima status profesi dengan melihat sertifikat yang dimilikinya

dari lembaga yang berwenang sebagai tanda pengakuan formal. Peranan dan kontribusi manajemen proyek dalam dunia usaha dan industri yang makin kompleks serta persaingan yang makin ketat, dirasakan semakin penting sehingga mendorong kegiatan proyek dilakukan dengan efektif dan efisien. Bila dikaji sifat dan besarnya peranan serta kontribusi manajemen proyek dalam mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik, misalnya, produk atau instalasi hasil kegiatan proyek –suatu kegiatan yang kompleksitas beragam dan jumlahnya makin meningkat sesuai dengan dimensi dan kecanggihan produk yang diinginkan- maka sewajarnya jika profesi manajemen proyek dikodefikasi, distandarisasi dan disertifikasi sebagaimana profesi yang lain tersebut di atas.

4.4 Project Management Body Of Knowledge (PM-BOK)

Ilmu manajemen proyek termasuk disiplin ilmu manajemen, yaitu pengetahuan untuk mengelola suatu kegiatan. Dalam hal ini kegiatan tersebut bersifat spesifik, yaitu berbentuk proyek, atau lebih luas lagi mengelola dinamika perubahan (*management of change*). Sebagai ilmu manajemen, profesi manajemen proyek berkaitan erat dengan fungsi merencanakan, memimpin, mengorganisir, dan mengendalikan berbagai kegiatan proyek yang sering kali sarat dengan kandungan disiplin ilmu arsitektur, engineering, akuntansi, keuangan, dan lain-lain. Jadi di sinilah letak perbedaan antara profesi manajemen proyek dengan profesi-profesi tersebut di atas dalam konteks penyelenggaraan proyek.

Sebagai layaknya suatu profesi formal, profesi manajemen proyek juga harus memiliki berbagai atribut dasar seperti *body of knowledge, standards of entry, code of conduct*, dan lain-lain. Adapun *body of knowledge* adalah atribut yang berkaitan dengan konsep dan prinsip yang spesifik dari profesi yang bersangkutan. Ini didokumentir, dikodefikasi, dan distandardisasi sehingga dapat dipelajari dan

diajarkan di lembaga pendidikan formal kemudian dipakai sebagai pegangan dalam praktek di lapangan. Misalnya *body of knowledge* disiplin ilmu kedokteran diajarkan dan dipelajari di lembaga pendidikan kedokteran. Sertifikat yang dikeluarkan memberikan keterangan bahwa individu pemegangnya telah pernah mengikuti dan menamatkan pendidikan dan latihan di lembaga tersebut.

A. Merintis Tersusunnya PM-BOK

Sebagai tanggapan dan solusi atas hal-hal yang diuraikan di atas, maka oleh PMI (*Project Management Institute*) di Amerika Serikat sejak 1981 dan beberapa institut di negara-negara lain, seperti *International Project Management Association* di Eropa dan ENAA (*Engineering Advancement Association*) di Jepang, telah dirintis program dan langkah-langkah untuk menyusun dan memenuhi atribut diatas, dengan sasaran berikutnya sertifikasi profesi manajemen proyek. Dengan demikian, hal ini memudahkan masyarakat yang akan memakai jasa dalam bidang manajemen proyek serta pada individu yang akan menggunakan /mempraktekaknya untuk tugas-tugas pengelolaan maupun keperluan studi ilmu manajemen proyek. Mengingat banyaknya jenis, kompleksitas, dan ukuran proyek maka dapat dipahami bagaimana sulitnya menyusun suatu MP-BOK yang berusaha menampung demikian banyak variable. Oleh karena itu, diperlukan waktu yang panjang (± 10 tahun) untuk menyiapkan MP-BOK untuk profesi manajemen proyek.

B. Struktur PM-BOK dari PMI

Bila Kerzner memberikan pengertian manajemen proyek dengan mengaitkan pada manajemen klasik berdasarkan fungsi (merencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan) maka PMI (*Project Management-body of Knowledge*) mengembangkan suatu model manajemen proyek yang dikenal sebagai PM_BOK (*Project Management –Body of*

Knowledge) terdiri dari 8 fungsi, yaitu, 4 fungsi dasar dan 4 fungsi integrasi sebagai berikut.

a. Fungsi Dasar

1. Pengelolaan lingkup proyek
2. Pengelolaan waktu/jadwal
3. Pengelolaan biaya
4. Pengelolaan kualitas atau mutu

b. Fungsi Integritas

5. Pengelolaan sumber daya (manusia dan nonmanusia)
6. Pengelolaan kontrak dan pembelian
7. Pengelolaan risiko
8. Pengelolaan komunikasi

PMI menggambarkan PM-BOK sebagai model 3 dimensi, yaitu, sumbu kedua fungsi integritas, dan sumbu ketiga siklus proyek. Pada setiap perpotongan fungsi pertama dan kedua terjadi titik/kontak matriks yang memberikan keterangan mengenai fungsi integritas terhadap fungsi dasar. Sebagai contoh perpotongan salah satu fungsi dasar adalah pengelolaan lingkup proyek dengan sumbu kedua yang akan menjelaskan bagaimana pengelolaan sumber daya, kontrak dan pembelian, risiko, dan komunikasi terhadap lingkup proyek tersebut. Adapun sumbu ketiga merupakan dimensi ketiga yang menjelaskan tahap-tahap dalam siklus proyek. Dengan demikian, fungsi dasar akan diperinci lagi berdasarkan penahapan yang termasuk dalam sumbu ketiga. Dengan memakai contoh diatas, pengertiannya menjadi bagaimana mengelola sumber daya, kontrak dan pembelian, risiko, dan komunikasi dari lingkup proyek pada masing-masing tahap-tahap konseptual, PP atau definisi, dan implementasi.

Fungsi Dasar

Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek. Waktu atau jadwal, biaya, dan mutu dalam konteks pengertian kegiatan proyek merupakan sasaran yang harus dicapai. Dengan demikian, jadwal, biaya, dan mutu memiliki kedudukan ganda, yaitu sebagai sasaran dan juga sebagai fungsi dasar pengelolaan.

1. Pengelolaan Lingkup Proyek

Lingkup proyek adalah total jumlah kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh proyek tersebut. Misalnya produk proyek engineering konstruksi dapat berupa instalasi gedung bertingkat, sedangkan proyek engineering manufaktur menghasilkan kendaraan bermotor tipe baru. Dalam hubungan ini dokumen yang berisi batasan lingkup proyek yang memuat kuantitas, kualitas, spesifikasi, dan kriteria amatlah penting artinya. Meskipun tidak mungkin untuk menuliskan sekian banyak komponen lingkup proyek ke dalam suatu dokumen resmi, namun perlu diusahakan agar dalam implementasinya nanti masalah-masalah yang penting jangan sampai membuka peluang timbulnya interpretasi yang berbeda antara pihak-pihak yang berkepentingan, terutama antara pemilik dan kontraktor. Juga diusahakan agar tidak terjadi penambahan atau pengurangan lingkup proyek secara substansial. Semua itu merupakan bagian dari fungsi pengelolaan lingkup proyek.

2. Pengelolaan Waktu/Jadwal

Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan

berbagai bentuk kerugian, misalnya, penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasaran, dan lain-lain. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal. Salah satu teknik yang spesifik untuk maksud tersebut adalah mengelola *float* atau *slack* pada jaringan kerja, serta konsep cadangan waktu yang diperkenalkan.

3. **Pengelolaan Biaya**

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan dengan hubungan antara dana dan kegiatan proyek. Mulai dari proses memperkirakan jumlah keperluan dana, mencari, dan memilih sumber serta macam pembiayaan, perencanaan, serta pengendalian alokasi pemakaian biaya sampai kepada akuntansi dan administrasi pinjaman dan keuangan. Agar pengelolaan bisa efektif, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian biaya proyek, maka disusun bermacam-macam teknik dan metode. Misalnya teknik menyusun anggaran biaya proyek, identifikasi varians, konsep nilai hasil, dan lain-lain.

4. **Mengelola Kualitas atau Mutu**

Mutu, dalam kaitannya dengan proyek, diartikan sebagai memenuhi syarat untuk penggunaan yang telah ditentukan atau *fit for intended use*. Agar suatu produk atau jasa hasil proyek memenuhi syarat penggunaan, diperlukan suatu proses yang panjang dan kompleks, mulai dari mengkaji apa saja, syarat-syarat penggunaan yang dikehendaki oleh pemilik proyek atau pemesan produk, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi kriteria dan spesifikasi, serta menuangkannya menjadi gambar-gambar instalasi atau produksi. Juga termasuk menganalisis sumber daya serta jadwal, sampai kepada merencanakan dan mengendalikan aspek mutu pada tahap

implementasi atau produksi. semua kegiatan di atas adalah bagian dari pengelolaan kualitas atau mutu yang di lingkungan proyek dilakukan dengan menyusun program penjaminan dan pengendalian mutu atau *Quality Assurance/QA*, dan *Quality Control/ QC*.

Fungsi Integrasi

Fungsi integrasi manajemen proyek terdiri dari pengelolaan sumber daya, pembelian/kontrak, risiko, dan komunikasi.

1. Pengelolaan Sumber Daya

Pengelolaan sumber daya terdiri dari pengelolaan sumber daya manusia dan nonmanusia. Dalam hal ini, sering dikatakan salah satu fungsi pengelolaan yang mungkin tersulit adalah pengelolaan sumber daya manusia, mulai dari inventarisasi kebutuhan, merekrut atau mengajukan keperluan, membentuk tim, melatih, motivasi serta membimbing agar menjadi suatu tim yang tangguh untuk menangani kegiatan proyek yang menjadi tanggung jawabnya. Dalam kaitan ini, pimpinan proyek diharapkan menguasai aspek motivasi, perilaku hubungan antara manusia, dan kecakapan penanganan konflik (*conflict management*) dari fungsi kepemimpinan, karena umumnya otoritas formal pimpro amat terbatas dan siklus proyek relatif singkat. Adapun pengelolaan sumber daya nonmanusia antara lain adalah sumber daya yang berbentuk material, seperti peralatan konstruksi dan lain-lain.

2. Pengelolaan Kontrak dan Pembelian

Proyek akan selalu melibatkan perjanjian yang mengikat pihak-pihak peserta, seperti pemilik, kontraktor, rekanan, konsultan, manufaktur, dan lain-lain. Perjanjian ini dapat berupa kontrak jasa, pembelian, bantuan teknis

ataupun PO-pembelian. Untuk proyek E-MK yang berukuran besar, pengelolaan, pengelolaan kegiatan tersebut memerlukan pengetahuan dan pengalaman yang cukup dalam berbagai masalah, seperti pengenalan material dan sumbernya, pengenalan rekanan, produsen yang berjangkauan global, dan lain-lain. Mereka yang akan menangani proyek dituntut memiliki kecakapan evaluasi, negosiasi, dan administrasi yang kompleks, serta memerlukan ketelitian dan kesabaran.

3. **Pengelolaan Risiko**

Dalam konteks proyek, mengelola risiko berarti mengidentifikasi secara sistematis jenis, besar, dan sumber timbulnya risiko selama siklus proyek, kemudian menyiapkan tanggapan yang tepat untuk menghadapi risiko tersebut. Contoh untuk pengelolaan risiko ini adalah disediakannya *contingency* dalam aspek biaya dan jadwal. Jadi pengelolaan di sini bersifat proaktif dan bukannya reaktif yang menunggu sampai terjadinya persoalan yang sulit diatasi.

4. **Pengelolaan Komunikasi**

Mengelola suatu proyek melibatkan berbagai macam organisasi dan personil dari luar dan di dalam perusahaan. Dengan demikian mudah dimengerti bahwa komunikasi memegang peranan penting dalam rangka mencapai keberhasilan proyek. Untuk memperlancar arus kerja pimpro, harus dapat dibuka dan dipelihara komunikasi dengan pimpinan dan personil di bidang-bidang fungsional (*horizontal*), atasan, maupun anggota tim inti. Selain itu diperlukan pula perangkat keras (*hard ware*) dan lunak (*software*) sebagai sarana komunikasi agar proses pengumpulan dan pengolahan data serta informasi dari berbagai aspek kegiatan proyek dapat dilakukan dengan

cepat dan akurat sehingga efektif untuk tugas-tugas pengelolaan.

C. Struktur PM-BOK dari *International Project Management Association*

Sebagai bahan perbandingan terhadap struktur PM-BOK yang dibuat oleh PMI, dalam Tabel 4.1 disajikan struktur PM-BOK dari "*International Project Management Association*" yang meliputi teknik dan prosedur, organisasi, teknologi, pengetahuan umum proyek, manajemen umum, manajemen bidang khusus, dan kecakapan integrasi. Perinciannya seperti terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 PM-BOK dari “International Project Management Association”

<p>1. TEKNIK DAN PROSEDUR MP</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Proyek b. Siklus proyek c. Struktur rincian lingkup kerja (SRK) d. Matriks alokasi dan tanggung jawab paket kerja e. Perencanaan dan jadwal f. Pengukuran prestasi g. Analisis risiko h. Pembelian 	<p>4. PENGETAHUAN UMUM PROYEK</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menilai kelayakan proyek b. Peranan sponsor c. Kriteria keberhasilan dan kegagalan proyek d. Sejarah perkembangan industry yang relevan e. Lingkungan proyek
<p>2. PENGELOLAAN ORGANISASI DAN PERSONIL</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kepemimpinan b. Motivasi c. Delegasi d. Komunikasi e. Mengelola konflik f. Negosiasi g. Pembentukan tim h. Menyusun organisasi i. Menyusun kontrak j. Peran pemilik dan manajer proyek k. Siklus proyek l. Pengelolaan <i>interface</i> m. Hubungan industrial n. Pengembangan manajemen o. Kompensasi dan evaluasi p. Keselamatan kerja (<i>safety</i>) dan kesehatan kerja 	<p>5. MANAJEMEN MUTU</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Sistem informasi manajemen b. Pengelolaan sumber daya manusia c. Akuntansi dan finansial d. Penjualan dan pemasaran e. Hukum f. Ekonomi g. Pengelolaan produksi h. Strategi usaha (<i>business strategy</i>)
<p>3. TEKNIK</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pengetahuan dasar teknologi b. Pengetahuan dasar industri c. Pengelolaan teknologi d. Engineering sistem e. Pengelolaan desain f. Rekayasa nilai g. Pengelolaan R & D h. Mutu/kualitas 	<p>6. PENGUASAAN MANAJEMEN BIDANG-BIDANG KHUSUS</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Operasi b. Finansial c. Personil d. Informasi
	<p>7. KECAKAPAN INTEGRASI</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kepribadian b. Bentuk integrasi c. Dasar-dasar pengetahuan teknis mengintegrasikan d. Personil

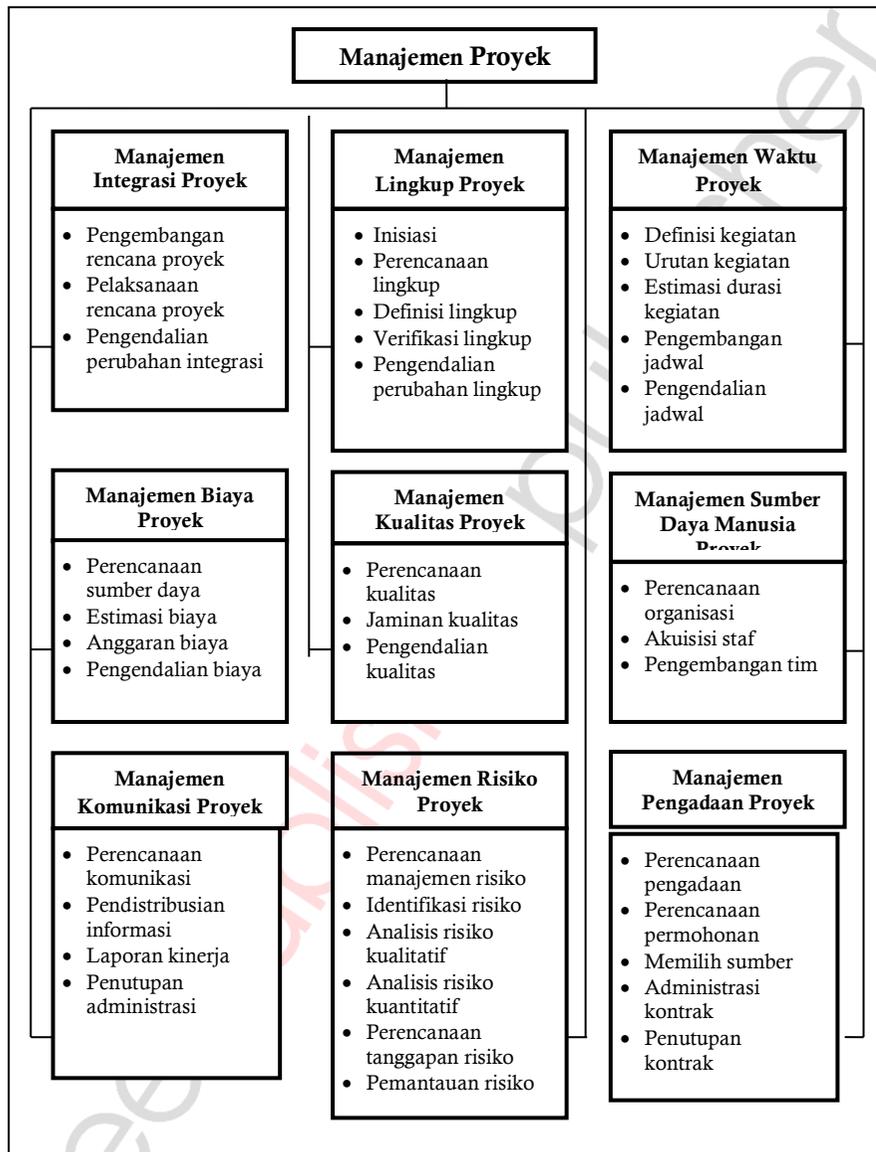
Terlihat bahwa PM-BOK dari “*International Project Management Association*” memiliki rincian yang mendalam dengan lingkup yang luas. Sebuah program pendidikan dan latihan yang menggunakan PM-BOK dari PMI maupun “*International Project Management Association*” akan menghasilkan pimpro dan personil proyek yang mempunyai bekal pengetahuan dan profesionalisme yang cukup bagi potensi keberhasilan pengelolaan proyek.

D. *Project Management Body of Knowledge*

Berdasarkan panduan PMI tentang pengetahuan Badan Manajemen Proyek, atau Panduan PM-BOK, manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, peralatan, dan teknik untuk berbagai kegiatan dalam rangka memenuhi persyaratan proyek tertentu.

Proyek manajemen institut mengklasifikasikan sembilan pengetahuan tentang terjadinya kesuksesan pada proyek : manajemen proyek integrasi, manajemen ruang lingkup proyek, manajemen waktu pada proyek, manajemen biaya pada proyek, manajemen mutu pada proyek, manajemen sumber daya proyek, manajemen komunikasi pada proyek, manajemen risiko pada proyek, dan manajemen pengadaan pada proyek.

Dalam ruang lingkup pengetahuan tentang manajemen proyek, menggambarkan tentang sebuah pengetahuan dan pengaplikasian komponen-komponen yang ada pada manajemen proyek. Pada proses ini telah diatur menjadi sembilan tentang pengetahuan manajemen proyek, seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.1: Gambaran Bidang Pengetahuan Manajemen Proyek (PMI, 2000)

PERKULIAHAN KE: 6-12

- TIK:** Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu:
4. Menentukan kurun waktu penyelesaian proyek.
 5. Menjadwalkan waktu pelaksanaan proyek dengan *Network Planning*.
 6. Menjadwalkan waktu pelaksanaan proyek dengan *Critical Path Method*.
 7. Menentukan Lintasan Kritis dan *Float*.
 8. Menjadwalkan waktu pelaksanaan proyek dengan *Linear Schedule Method*.
 9. Menentukan *Restrained* dan *Interupsi*.
 10. Menyusun jaringan *Precedence Diagram Method*, menentukan *Konstrain, Lead, Lag*, dan Jalur Kritis.
 11. Merencanakan dan mengendalikan kegiatan proyek dengan *Project Evaluation and Review Project*.
 12. Mengidentifikasi Jalur Kritis, Slack, Deviasi Standard an Varians kegiatan

Pokok Bahasan: Perangkat-perangkat Manajemen Proyek
Konstruksi

Deskripsi singkat: Dalam pertemuan ini Anda akan mempelajari bermacam-macam perangkat manajemen proyek konstruksi, yaitu *Network Planning, Critical Path Method, Linear Schedule Method, Precedence Diagram Method*, dan *Project Evaluation and Review Project*. Metode-metode tersebut sangat berguna untuk merencanakan jadwal pelaksanaan proyek, menentukan kurun waktu penyelesaian proyek, dan menentukan kegiatan-kegiatan proyek yang boleh terlambat dan yang harus dipercepat pelaksanaannya, serta berguna untuk pengambilan keputusan didalam suatu organisasi/perusahaan.

I. Bahan Bacaan:

1. Ali, T. H. 1986. Prinsip-prinsip Network Planning. Jakarta: Gramedia.
2. Ervianto, W. I. 2004. Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
3. Soeharto, I. 1997. Manajemen Proyek - Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
4. Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

II. Pertanyaan Kunci/Tugas:

1. Sebuah proyek pemasangan pipa sepanjang 10 km, dibagi dalam 4 sta dengan pekerjaan galian, pemasangan pipa, serta timbunan. Durasi dan biayanya dapat dilihat pada tabel berikut:

Kegiatan	STA I (2,5 km)		STA II (2,5 km)		STA III (2,5 km)		STA IV (2,5 km)	
	Durasi	Biaya	Durasi	Biaya	Durasi	Biaya	Durasi	Biaya
Galian	5 hari	500.000	6 hari	600.000	4 hari	400.000	7 hari	650.000
Pemasangan pipa	5 hari	25.000.000	10 hari	26.000.000	7 hari	24.500.000	10 hari	250.000.000
Timbunan	5 hari	300.000	4 hari	400.000	2 hari	250.000	5 hari	450.000

Tentukan waktu penyelesaian proyek tersebut dengan:

- a. *Bart Chart*
 - b. *Net Work Planning*
 - c. *Linear Schedule Methode*
2. Sebutkan perbedaan yang substansial antara PERT dengan CPM.
 3. Proyek dengan 7 komponen-komponen kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan terlihat pada gambar berikut ini:
 4. Diketahui jaringan kerja proyek dengan 8 komponen kegiatan seperti terlihat pada gambar di bawah ini dengan angka-angka a, m, dan b berturut-turut yang tercantum di atas anak panah. Diminta untuk menghitung dan menentukan:
 - a. Angka ted an V (TE) untuk kegiatan peristiwa
 - b. Titik waktu penyelesaian proyek (TE)
 - c. Berapa persen kemungkinan mencapai target T (t) pada TE (-2) hari
 - d. Berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek dengan keyakinan tercapainya sebesar 90%.
 5. Sebutkan keuntungan-keuntungan PDM dibanding CPM dan PERT. Pada keadaan bagaimanakah metode ini dianjurkan untuk digunakan?
 6. Apa tujuan mengadakan konstrain dan ada berapa macam? Jelaskan!
 7. Mengapa timbul interupsi? Bagaimana dampaknya terhadap jadwal pelaksanaan proyek?

BAB V

PERANGKAT-PERANGKAT MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

5.1 Umum

Dalam manajemen konstruksi, terdapat beberapa perangkat yang dapat digunakan untuk memantau jalannya kegiatan-kegiatan suatu proyek dan memperoleh informasi-informasi yang diperlukan, perangkat-perangkat tersebut adalah:

1. *Bar Chart (Gantt Chart)* diagram dan Kurva S;
2. *Net Work Planning diagram*;
3. *Critical Path Method (CPM)*;
4. *Linear Schedule Methode (LSM)*;
5. *Precedence Diagram Method (PDM)*; dan
6. *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*.

5.2 Bar Chart (Gantt Chart) dan Kurva S

Bar Chart pertama sekali dikembangkan oleh Henry L. Gantt (1861-1919) sehingga sering juga disebut dengan *Gantt Chart*, adalah suatu diagram yang terdiri dari batang-batang yang menunjukkan saat dimulai dan saat selesai yang direncanakan untuk kegiatan-kegiatan pada suatu proyek.

Sejarah terciptanya bagan *Gantt* ini dimulai ketika Henry L. Gantt berdiri sendiri sebagai konsultan insinyur industri. Gantt mulai mempertimbangkan sistem insentif dari Taylor (ahli manajemen ilmiah). Gantt membuat ide baru yaitu dengan meninggalkan sistem tarif yang berbeda karena dianggapnya terlalu kecil memberikan dampak motivasional. Sistem baru tersebut yaitu:

- Setiap pekerja yang dalam sehari berhasil menyelesaikan tugas dibebankan kepadanya akan menerima bonus sebesar 50 sen.
- Motivasi kedua yaitu supervisor akan mendapat bonus untuk setiap pekerja yang mencapai standar harian, ditambahkan bonus tambahan biola semua pekerja mencapai standar tersebut.

Alasan Gantt akan mendorong dan melatih para pekerja yang diawasi untuk melakukan pekerjaan lebih baik. Setiap kemajuan pekerja dinilai secara terbuka dan dicatat pada bagan balok. Suatu bagan balok secara grafis menguraikan suatu proyek yang terdiri dari kumpulan tugas atau aktivitas yang telah dirumuskan dengan baik di mana suatu penyelesaian pekerjaan merupakan titik akhirnya.

Suatu aktivitas adalah suatu atau kelompok tugas-tugas yang saling erat hubungannya antara yang satu dengan lainnya yang pemakaannya ikut berperan untuk menyelesaikan proyek secara menyeluruh. Umumnya suatu bagan balok diatur sedemikian semua aktivitas didaftarkan dalam satu kolom di bagian kiri bagan. Suatu skala waktu yang mendatar (horizontal) memanjang ke bagian kanan daftar dengan suatu garis yang berkenaan dengan setiap aktivitas yang tertera dalam daftar itu.

Sedangkan Kurva S merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara kemajuan pelaksanaan proyek terhadap waktu penyelesaian, di mana fungsinya sebagai alat kontrol atas maju mundurnya pelaksanaan pekerjaan.

Menurut Hannum (penemu kurva-S) aturan yang harus dipenuhi dalam membuat Kurva S adalah:

1. Pada seperempat waktu pertama, grafiknya naik landai sampai 10%.
2. Pada setengah waktu, grafiknya naik terjal mencapai 45%.
3. Pada saat tiga per empat waktu terakhir, grafiknya naik terjal mencapai 82%.

4. Waktu terakhirnya, grafiknya naik landai hingga mencapai 100%.

Pada sebagian besar proyek, pengeluaran sumber daya untuk setiap satuan waktu condong untuk memulainya dengan lambat, berkembang ke puncak dan kemudian berkurang secara berangsur-angsur bila telah mendekati ke ujung akhir. Secara lebih terperinci Bar Chart dan Kurva S dibuat sebagai berikut:

1. Pada kolom paling kiri dituliskan item-item pekerjaan;
2. Kolom kedua dituliskan durasi setiap item pekerjaan;
3. Kolom ketiga berisi harga setiap item pekerjaan;
4. Kolom keempat berisi bobot setiap pekerjaan;

Bobot pekerjaan dihitung berdasarkan persamaan:

$$\text{Bobot (\%)} = \frac{\text{Biaya setiap pekerjaan}}{\text{Biaya total}} \times 100\%$$

5. Selanjutnya dibuat diagram batang, panjangnya sesuai dengan durasi pekerjaan (hari kerja atau hari kalender);
6. Bila bobot setiap pekerjaan telah dihitung, kemudian dapat dicari persentase pekerjaan harian dengan menjumlahkan bobot harian dari pekerjaan masing-masing. Kemudian dicari persentase harian kumulatif di mana pada akhir jadwal harus 100%. Hubungan antara persentase kumulatif (sumbu X) dengan nilai persentase 0 s/d 100% (sumbu Y) ditarik sebuah garis yang membentuk huruf S. Garis yang dihasilkan inilah yang disebut dengan *Kurva-S*. Kurva S ini berfungsi untuk memberikan gambaran kemajuan setiap pekerjaan terhadap fungsi waktu. Penggunaan kurva S menyangkut 2 aspek, yaitu:
 - Aspek perencanaan;

Dalam hal ini, kurva S yang dihasilkan merupakan kurva S rencana, yaitu kurva S yang diperoleh berdasarkan jadwal rencana. Kurva S ini dijadikan sebagai dasar untuk

menentukan apakah pekerjaan terlambat, sesuai atau lebih cepat.

- Aspek pengendalian

Di sini, kurva S dibuat pada saat suatu pekerjaan selesai dan kurva S yang dihasilkan merupakan kurva aktual, yaitu kurva S yang diperoleh dari jangka waktu pelaksanaan pekerjaan sebenarnya di lapangan. Dengan membandingkan kurva S aktual ini dengan kurva S rencana, maka akan dapat diketahui suatu pekerjaan terlambat (kurva S aktual di bawah kurva S rencana), sesuai (kurva S aktual berimpit dengan kurva S rencana) atau lebih cepat dari rencana (kurva S aktual di atas kurva S rencana).

Beberapa kelebihan dan kelemahan perangkat *Bar Chart* dan kurva S adalah sebagai berikut:

a. Kelebihannya:

- Mudah dalam membaca waktu mulainya suatu pekerjaan;
- Mudah dalam membaca waktu suatu pekerjaan diselesaikan;
- Memberikan informasi cepat, normal atau terjadi keterlibatan pelaksana setiap pekerjaan dalam pelaksanaan suatu proyek;
- Memberikan informasi mengenai persentase pekerjaan yang telah diselesaikan.

b. Kelemahannya:

- Tidak memberikan informasi mengenai rincian pekerjaan secara pasti seperti susunan pekerjaan yang sesuai dengan pelaksanaan di lapangan;
- Tidak memberikan informasi mengenai hubungan ketergantungan antar kegiatan;
- Tidak memberikan informasi mengenai adanya kegiatan-kegiatan dengan waktu kritis, sehingga tidak dapat

dilakukan percepatan suatu pekerjaan bila terjadi keterlambatan.

5.3 Net Work Planning

Net Work Planning adalah alat manajemen yang memungkinkan dengan lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Proyek secara umum didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapat satu tujuan tertentu. Ini penting untuk digunakan oleh orang yang bertanggung jawab atas bidang-bidang engineering, produksi, marketing administrasi dan lain-lain, di mana setiap kegiatan tersebut tidak merupakan kegiatan rutin.

Pada prinsipnya, suatu proyek dapat merupakan salah satu atau kumpulan dari proyek-proyek yang dikategorikan sebagai berikut:

1. Proyek-proyek yang kompleks dengan banyak aktivitas-aktivitas yang saling bergantung; dapat digolongkan di sini antara lain: Rumah susun, gedung bertingkat banyak. Karena banyaknya fasilitas-fasilitas yang harus disediakan menjadikannya menjadi proyek kompleks dan untuk menata semua unsur pekerjaan ini harus digunakan NWP.
2. Proyek-proyek besar di mana banyak sekali personalia, tenaga kerja dan juga dalam jumlah yang cukup besar material, equipment, waktu dan biaya;
3. Proyek-proyek yang membutuhkan koordinasi antara beberapa pejabat dan departemen-departemen;
4. Proyek-proyek di mana sangat diperlukan informasi yang pada dan kontinyu;
5. Proyek-proyek yang harus diselesaikan dalam waktu yang tepat dengan biaya yang terbatas.

Penyusunan *Network Planning* dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

1. Menginventarisasikan kegiatan-kegiatan yang terdapat di dalam proyek serta logika ketergantungan antar satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, maka dapat menggunakan simbol-simbol rencana mendetail yang merupakan sebuah *jaringan (network)* dapat digambarkan. Pada tahap ini, faktor waktu dan sumber daya belum dipertimbangkan, yang ditinjau adalah kegiatan, kejadian dan hubungannya satu sama lain. Bentuk logika ketergantungan dalam jaringan ini merupakan dasar dari penyusunan *Network Planning* selanjutnya.
2. Peninjauan unsur *waktu*. Dalam ini, waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan diperkirakan berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan. Kemudian dihitung waktu terjadinya tiap kejadian (*event*) dari awal sampai akhir proyek sesuai dengan Network yang telah dibuat. Dalam analisa ini, dapat dilihat satu atau lebih lintasan dari kegiatan-kegiatan pada jaringan yang menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek yang dinamakan dengan **Lintasan Kritis**, selain itu terdapat lintasan-lintasan lainnya yang jangka waktunya lebih pendek. Lintasan yang tidak kritis ini mempunyai waktu untuk bisa terlambat yang dinamakan dengan *Float*.

Guna dari sebuah *Network Planning* adalah:

1. Dengan harus digambarkan logika ketergantungan setiap pekerjaan dalam sebuah jaringan, maka memaksa kita merencanakan sebuah proyek secara mendetail. Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap peristiwa yang ditimbulkan oleh satu atau lebih kegiatan, maka dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang timbul jauh sebelum terjadinya kesukaran tersebut. Sehingga dapat segera diadakan tindakan-tindakan pencegahan. Didalam *Network Planning* ditunjukkan dengan jelas di mana hal-hal yang waktu

penyelesaiannya sangat kritis dan di mana yang tidak, sehingga memungkinkan kita mengatur pembagian usaha dan perhatian terhadap hal-hal tersebut.

2. Dalam *Network Planning* ditunjukkan dengan jelas pekerjaan-pekerjaan yang waktunya penyelesaiannya kritis dan yang tidak, sehingga memungkinkan pengaturan pembagian usaha terhadap pekerjaan tersebut.
3. *Network Planning* memberikan bantuan yang berharga dalam berkomunikasi;
4. Memungkinkan dapat dicapainya pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis dari sudut biaya langsung, ketidakraguan dalam penggunaan sumber-sumber daya dan lain-lain.

5.3.1. Simbol-Simbol yang Digunakan

Sebuah *Network Planning* adalah sebuah pernyataan secara grafis dari kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam mencapai suatu tujuan akhir. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan simbol-simbol, yang terdiri atas:

1. \longrightarrow : Anak panah (*arrow*) menyatakan sebuah kegiatan atau activity.

Kegiatan didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* atau jangka waktu tertentu dalam pemakaian sejumlah *resources*.

Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan yang menunjukkan bahwa sebuah kegiatan dimulai dari permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan jurusan dari kiri ke kanan.

2. \bigcirc : Lingkaran kecil=node, menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau event.

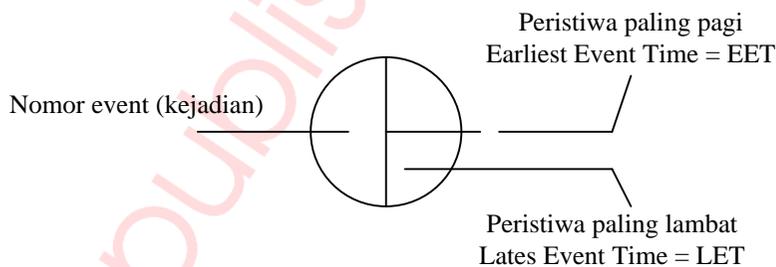
Kejadian atau event didefinisikan sebagai permulaan atau akhir sebuah kegiatan atau pekerjaan.

3. ----->: *Dummy* (anak panah terputus-putus), artinya kegiatan semua, yaitu kegiatan yang tidak memerlukan durasi dan sumber daya.

5.3.2. Waktu dalam Sebuah *Network Planning*

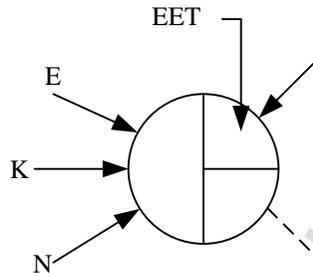
Hubungan antar simbol-simbol di atas hanya ada dua buah yaitu anak panah terputus-putus dengan lingkaran yang melambangkan hubungan antar dua peristiwa. Untuk mendapat waktu terjadinya masing-masing peristiwa maka simbol-simbol di atas perlu dilengkapi, maksudnya agar tidak perlu mengulang-ulang memberi keterangan pada tiap peristiwa.

Setelah sebuah *Network Planning* selesai digambar, tiap-tiap lingkaran kejadian dilengkapi dengan pembagian ruang dan diberi nomor. Lalu pada tiap-tiap anak panah diberi durasinya. Disyaratkan untuk memakai satu macam satuan waktu, maksudnya jika memakai 'hari' maka pada masing-masing kegiatan serta keseluruhan proyek durasinya juga dalam 'hari', dan sebaiknya dituliskan dalam bilangan bulat, jika perhitungan dilakukan dengan komputer.



Ikhtisar Cara Menganalisa

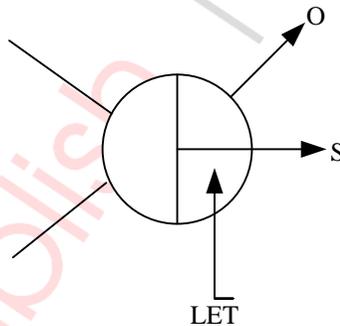
1. Untuk menentukan saat kejadian paling awal (EET)
 - a. Perhitungan ke depan (dari kiri ke kanan).
 - b. Yang diperhatikan adalah kegiatan-kegiatan yang masuk lingkaran kejadian.



c. Harga yang terbesar yang dipakai.

2. Untuk menentukan saat kejadian paling akhir (LET)

 - a. Perhitungan ke belakang dilakukan dari kanan ke kiri.
 - b. Yang diperhatikan adalah kegiatan-kegiatan yang meninggalkan lingkaran.



c. Harga yang dipakai adalah yang terkecil.

5.3.3. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan dari kegiatan-kegiatan yang waktu pelaksanaan dari kegiatan tersebut tidak boleh ditunda. Secara visual dapat dilihat pada lingkaran kejadian, di mana EET dan LET mempunyai harga yang sama.

Dalam mempercepat pelaksana suatu proyek, maka lintasan kritis inilah yang perlu dipercepat. Namun, demikian, jumlah percepatan harus juga tergantung pada kegiatan-kegiatan yang tidak kritis. Dalam penggambaran, lintasan kritis digambar lebih tebal dari lintasan biasa.

Yang perlu diperhatikan dalam mempercepat penyelesaian suatu proyek adalah mempercepat setiap kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis yang mempunyai biaya percepatan paling rendah. Percepatan dapat juga dilakukan dengan memadukan antara kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis dengan kegiatan-kegiatan pada lintasan yang tidak kritis.

5.3.4. Float

Float adalah waktu penundaan atau waktu untuk bisa terlambat dari suatu kegiatan. Bila dilihat dari uraian-uraian dan perhitungan sebuah *Network Planning*, maka lintasan tidak kritis mempunyai waktu pelaksanaan yang lebih pendek daripada lintasan kritis, sehingga lintasan ini mempunyai waktu penundaan (*float*). Jadi, float terdapat pada semua kegiatan yang tidak termasuk dalam lintasan kritis.

Ada 2 (dua) macam tipe *float*, yaitu:

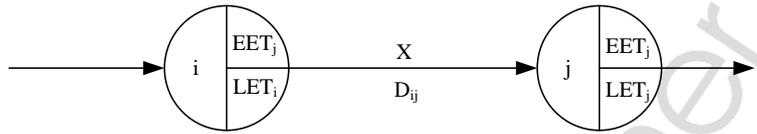
1. *Total float*;

Total float didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk terlambat yang terdapat pada suatu kegiatan di mana bila kegiatan tersebut terlambat atau diperlambat pelaksanaannya, tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

2. *Free float*;

Didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk bisa terlambat atau diperlambatnya suatu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu mulainya kegiatan yang berlangsung mengikutinya.

Untuk memperjelas mengenai *float*, diilustrasikan sebagai berikut:



Keterangan:

X = nama kegiatan;

i = nomor lingkaran kejadian mulainya kegiatan X;

j = nomor lingkaran kejadian selesainya kegiatan X;

D_{ij} = durasi dari kegiatan i-j (kegiatan X);

EET_i = EET lingkaran kejadian nomor i;

EET_j = EET lingkaran kejadian nomor j;

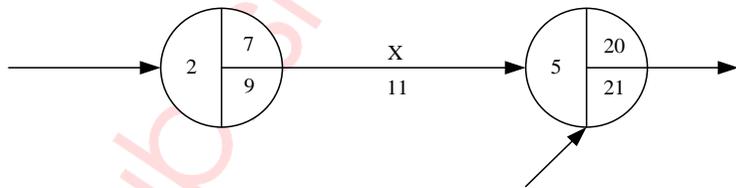
LET_i = LET lingkaran kejadian nomor i;

LET_j = LET lingkaran kejadian nomor j;

Jadi, *Total Float (TF)* dan *Free Float (FF)* dari kegiatan X dapat ditentukan sebagai berikut:

$$F_{ij} = EET_j - EET_i - D_{ij}$$

$$F_{ij} = LET_j - EET_i - D_{ij}$$



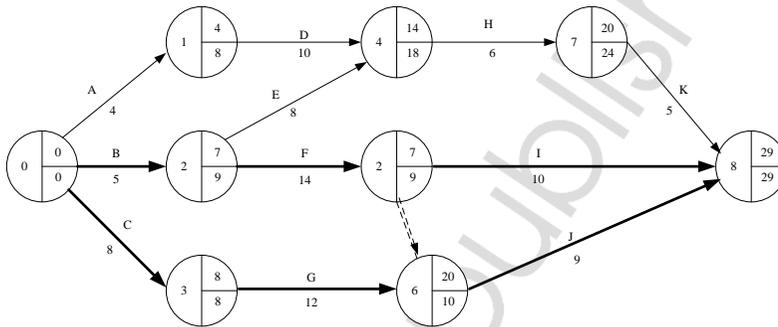
$$FF_{25} = 20 - 7 - 11 = 2 \text{ satuan waktu}$$

$$TF_{25} = 21 - 7 - 11 = 3 \text{ satuan waktu}$$

5.3.5. Mencari EET, LET dan Lintasan Kritis dengan Cara Matriks

Sebelum EET, LET, dan lintasan kritis dalam sebuah *Network Planning* dihitung secara langsung. Cara lain yang digunakan untuk mendapatkan EET, LET dan lintasan kritis adalah dengan cara matriks. Langkah-langkahnya adalah:

1. Dengan cara ini, mula-mula dibuat gambar dari logika ketergantungan tiap-tiap kegiatan, nomor-nomor tiap lingkaran kejadian dan durasi setiap kegiatan.



2. Dari gambar langkah 1, didapat jumlah lingkaran kejadian ($n=9$). Dengan dasar jumlah lingkaran kejadian dibuat sebuah bujur sangkar yang dibagi dalam $(n+1)$ baris dan kolom, sehingga terdapat $(n+1) \times (n+1)$ kotak kecil. Jadi, jumlah kolom dan baris adalah $(9+1) = 10$ kolom dengan jumlah kotak kecil $10 \times 10 = 100$ buah kotak kecil.
3. Kotak kecil paling kiri atas dibagi menjadi dua bagian oleh garis dari sudut kiri atas ke sudut kanan bawah kotak tersebut. Bagian atas diberi nama **akhir** dan lainnya diberi nama **mulai**.
4. Kotak kecil lainnya, yaitu pada baris teratas dan kolom terkiri diberi nomor 0 s/d $(n-1)$ dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Sehingga bila digambarkan terlihat seperti gambar di bawah ini:

akhir mulai	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Keterangan:

- Angka-angka pada kolom paling kiri dianggap sebagai nomor lingkaran kejadian mulainya suatu kegiatan (*tail event number*)
- Angka-angka pada baris teratas dianggap sebagai nomor lingkaran kejadian selesainya suatu kegiatan.

5. Selanjutnya dilanjutkan dengan menulis semua kegiatan dan durasinya ke dalam kotak-kotak kecil. Nama kegiatan diletakkan pada bagian kiri atas dan durasi diletakkan pada bagian kanan bawah. Pengisian dimulai dengan kegiatan-kegiatan yang nomor lingkaran kejadiannya 0, yaitu kegiatan A, B dan C. Kegiatan A adalah kegiatan 0-1, isikan pada baris 0 dan pada kolom dengan durasi 4 satuan waktu. Demikian juga dengan kegiatan lainnya, sehingga gambar di atas menjadi:

akhir mulai	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	A 4	B 5	C 8						
1				D 10					
2				E 8	F 14				
3						G 12			
4							H 6		
5						- 0		I 10	
6								J 9	
7								K 5	
8									

6. Kemudian dilanjutkan menghitung EET masing-masing lingkaran kejadian. Harga EET dari masing-masing lingkaran ditulis di sebelah kiri luar kolom terkiri. EET dari lingkaran kejadian nomor 0 ditentukan sama dengan 0 dan ditulis di sebelah kiri luar bujur sangkar nomor 0. Kemudian dilihat kegiatan-kegiatan dari baris 0, yaitu A, B, C. Kegiatan A pada perpotongan baris 0 dan kolom 1, berarti EET lingkaran kejadian nomor 1 = EET lingkaran kejadian 0 + durasi kegiatan A = 0 + 4 = 4, dituliskan di sebelah kiri luar kotak nomor 1. Demikian juga dengan kegiatan B dan C. Berdasarkan hal ini, maka untuk mencari EET setiap lingkaran kejadian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$EET_n = T_{An} + EET_M$$

Dimana: EET_n = EET lingkaran kejadian nomor n;

T_{An} = durasi kegiatan yang berakhir pada lingkaran kejadian nomor n;

$EET_M =$ EET lingkaran kejadian dimulainya kegiatan yang bersangkutan.

Dengan menggunakan rumus di atas di dapat:

- $EET_1 = 4 + 0 = 4$
Kegiatan yang berakhir pada lingkaran kejadian no. 1 adalah kegiatan A dengan durasi 4 satuan waktu. Lingkaran kejadian dimulainya kegiatan A adalah lingkaran kejadian no. 0 dengan $EET_0 = 0$.
- $EET_4 = 10 + 1 = 11$; $EET_4 = 8 + 2 = 10$, diambil yang terbesar, $EET_4 = 11$
- Dan seterusnya sehingga diperoleh gambar sebagai berikut:

	akhir mulai	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	A 4	B 5	C 8						
4	1				D 10					
5	2				E 8	F 14				
8	3						G 12			
11	4							H 6		
19	5						- 0			I 10
20	6									J 9
17	7									K 5
22, 29, 29	8									

Dengan diperolehnya EET pada lingkaran kejadian terakhir yaitu no. 8, maka waktu penyelesaian proyek adalah EET proyek adalah EET lingkaran kejadian tersebut yaitu 29 satuan waktu.

7. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan LET. Hasil perhitungan LET dituliskan pada bagian atas masing-masing lingkaran kejadian. Sudah diketahui bahwa supaya proyek tidak terlambat, maka angka EET lingkaran kejadian terakhir harus sama dengan angkat LET-nya. Untuk kasus ini, EET lingkaran kejadian terakhir adalah 29, jadi LET-nya adalah 29 satuan waktu. Lingkaran kejadian terakhir adalah lingkaran kejadian no. 8, LET = 29 dan dituliskan di atas kotak nomor 8. Untuk memudahkan perhitungan dapat digunakan rumus berikut:

$$LET_n = LET_{An} - T_{Mn}$$

Dimana: LET_n = LET lingkaran kejadian nomor n;

T_{Mn} = durasi dari kegiatan yang dimulai pada lingkaran kejadian n;

LET_{An} = LET lingkaran kejadian berakhirnya kegiatan tersebut.

		0	8	5	8	18	19	20	24	29
	akhir mulai	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	A 4	B 5	C 8						
4	1				D 10					
5	2				E 8	F 14				
8	3						G 12			
11	4							H 6		
19	5						- 0			I 10
20	6									J 9
17	7									K 5
29	8									

Untuk lingkaran kejadian nomor 7, kegiatan yang dimulai pada lingkaran kejadian ini adalah kegiatan K dengan durasi 5 satuan waktu. LET dari lingkaran kejadian berakhirnya kegiatan K adalah 36 satuan waktu. Jadi: $LET_7 = 29 - 5 = 24$. Dengan menggunakan rumus di atas, diperoleh:

- $LET_6 = 29 - 9 = 20$
- $LET_5 = 29 - 10 = 19$
- $LET_4 = 24 - 6 = 18$
- $LET_3 = 20 - 12 = 8$

$LET_2 = 19 - 14 = 5$ dan $18 - 8 = 10$, diambil yang terkecil yaitu $LET_2 = 5$.

8. Dari gambar di atas dapat diketahui lingkaran-lingkaran kejadian yang kritis, yaitu yang harga EET dan LET sama yaitu 0, 2, 5, 6, 8. Sedangkan kegiatan yang kritis adalah kegiatan yang menghubungkan dua lingkaran kejadian kritis yang selisih EET dan LET sama dengan durasi dari kegiatan tersebut. Di sini, kegiatan yang kritis adalah B.

Beberapa kelebihan dan kekurangan Net Work Planning adalah sebagai berikut:

a. Kelebihannya:

- Memberikan informasi yang jelas mengenai hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lain, terutama hubungan saling ketergantungan antar kegiatan dalam suatu proyek.
- Memberikan informasi yang sangat jelas mengenai lintasan kritis, sehingga bila terjadi kekurangan sumber daya (tenaga kerja) pada kegiatan lintasan kritis dapat digunakan sumber daya dari kegiatan pada lintasan tidak kritis.
- Dapat dilakukan percepatan penyelesaian proyek dengan mempercepat kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis atau memadukannya dengan kegiatan pada lintasan kritis.

b. Kelemahannya:

- Tidak memberikan informasi mengenai persentase penyelesaian pekerjaan.
- Pada kegiatan majemuk, seperti pekerjaan pemasangan pipa dalam tanah yang sangat panjang. Kegiatan-kegiatannya yang terdiri dari penggalian, pemasangan dan penimbunan harus dipecah-pecah ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil agar kegiatan lain dapat dikerjakan bertingkat dengan kegiatan yang lebih kecil tadi. Bila dibuat network planning, maka Network yang dihasilkan cukup besar karena

lingkaran kejadiannya yang cukup banyak, sehingga tidak efektif dibandingkan dengan Bar Chart dan LSM.

5.4 Critical Path Method (CPM)

Pada tahun 1957 didirikan sebuah proyek milik Angkatan Laut Amerika Serikat yang diberi nama proyek Polaris, yaitu sebuah proyek pembuatan peluru kendali yang dapat ditembakkan dari kapal selam menuju sarasannya di darat atau di udara. Semula proyek tersebut direncanakan akan membutuhkan waktu penyelenggaraan selama lima tahun. Kemudian satu tim ahli memperbaiki rencana tersebut sedemikian rupa sehingga waktu penyelenggaraan proyek menjadi hanya tiga tahun. Jadi manfaat perbaikan rencana tersebut berupa kecepatan kerja, yang kira-kira lebih cepat 1,7 kali dari rencana semula. Metode yang mampu memperbaiki rencana semula tersebut kemudian dikenal sebagai *PERT (Programme Evaluation and Review Technique)*.

Pada tahun yang sama, sebuah proyek pembuatan pabrik kimia milik perusahaan industri kimia "du Pont", semula direncanakan akan membutuhkan biaya total sebanyak US \$ 10.000.000, kemudian rencana ini diperbaiki sehingga biaya total proyek dapat ditekan menjadi US \$ 9.000.000. Jadi manfaat perbaikan rencana tersebut berupa penghematan biaya proyek sebesar 10% dari biaya rencana semula. Metode yang mampu memperbaiki rencana semula tersebut kemudian dikenal sebagai *CPM (Critical Path Method)*.

5.4.1. Peristiwa, Kegiatan dan Lintasan Kritis

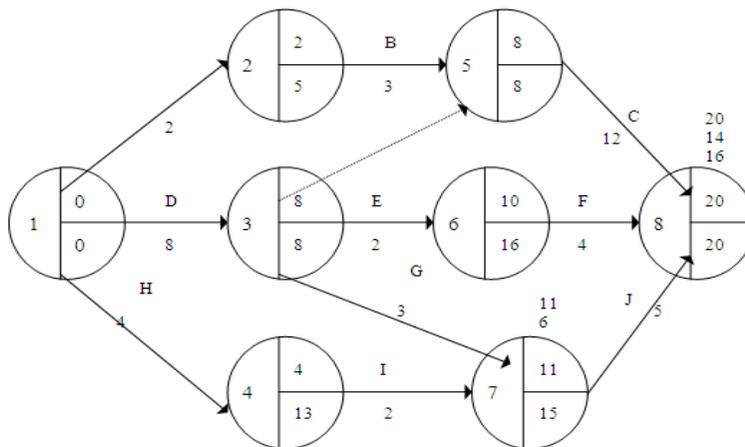
Tujuan pemakaian *critical path method* adalah sama dengan *network planning* dalam penyelenggaraan proyek antara lain adalah agar proyek selesai pada saat yang telah ditentukan sesuai dengan *network diagram* yang telah tertera. Hal ini tidaklah selalu mungkin, sehingga selalu ada kemungkinan keterlambatan pelaksanaan. Ada beberapa

kegiatan yang mempunyai batas toleransi keterlambatan, namun ada pula kegiatan yang tidak mempunyai batas toleransi keterlambatan sehingga apabila kegiatan tersebut terlambat satu hari saja maka akan mempengaruhi umur atau usia proyek. Kegiatan yang tidak mempunyai batas toleransi keterlambatan disebut dengan kegiatan-kegiatan kritis.

Untuk mengetahui kegiatan-kegiatan kritis, perlu ditentukan dahulu peristiwa-peristiwa kritis. Sedangkan lintasan kritis adalah lintasan yang dimulai dari peristiwa awal *network diagram* sampai peristiwa akhir *network diagram* yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis, dan *dummy* (bila diperlukan).

1. Peristiwa kritis

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu atau saat paling awalnya (SPA) sama dengan saat paling akhir (SPL)-nya, atau $SPL - SPA = 0$.



Contoh:

Pada *network diagram* di atas yang merupakan peristiwa-peristiwa kritis adalah peristiwa 1, 3, 5, 8 dimana Saat paling lambat (SPL) sama dengan Saat paling Awal (SPA).

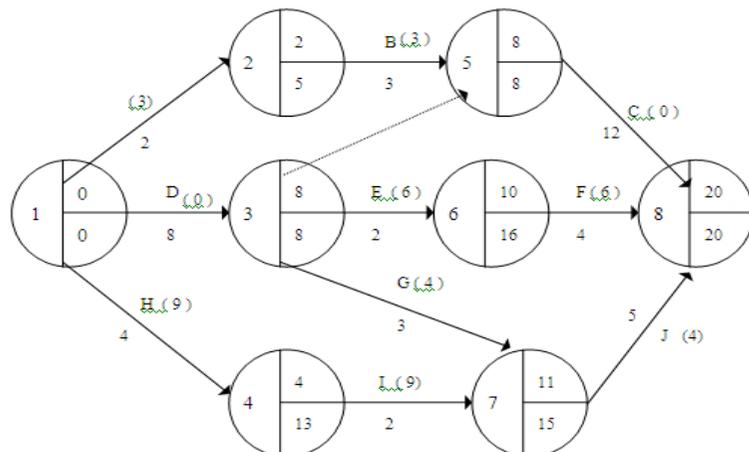
2. Kegiatan Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga bila sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja, sedangkan kegiatan-kegiatan lainnya tidak terlambat, maka umur proyek tersebut akan mengalami keterlambatan selama satu hari.

Suatu kegiatan disebut sebagai kegiatan kritis bila:

- Kegiatan tersebut terletak di antara dua peristiwa kritis.
- Namun antara dua peristiwa kritis belum tentu terdapat kegiatan kritis.
- Antara dua peristiwa kritis terdapat kegiatan kritis bila:
 $SPA_i + L = SPA_j$ atau $SPA_i + L = SPL_j$
- Atau kegiatan tersebut mempunyai kelonggaran atau tenggang waktu nol (0). rumus kelonggaran adalah $K[i, j] = SPL_j - L - SPA_i$

Contoh :



Untuk mencari kegiatan kritis pada *network diagram* di atas, maka kita hitung kelonggaran masing-masing kegiatan.

Maka kegiatan C dan D adalah kegiatan kritis karena tidak mempunyai kelonggaran atau tenggang waktu.

Kegiatan	Peristiwa	Kelonggaran $K[i, j] = SPL_j - L - SPA_i$
A	1 - 2	$K[i, j] = 5 - 2 - 0 = 3$
B	2 - 5	$K[i, j] = 8 - 3 - 2 = 3$
C	5 - 8	$K[i, j] = 20 - 12 - 8 = 0$ (kritis)
D	1 - 3	$K[i, j] = 8 - 8 - 0 = 0$ (kritis)
E	3 - 6	$K[i, j] = 16 - 2 - 8 = 6$
F	6 - 8	$K[i, j] = 20 - 4 - 10 = 6$
G	3 - 7	$K[i, j] = 15 - 3 - 8 = 3$
H	1 - 4	$K[i, j] = 13 - 4 - 0 = 9$
I	4 - 7	$K[i, j] = 15 - 2 - 4 = 3$
J	7 - 8	$K[i, j] = 20 - 5 - 11 = 4$

3. Lintasan kritis

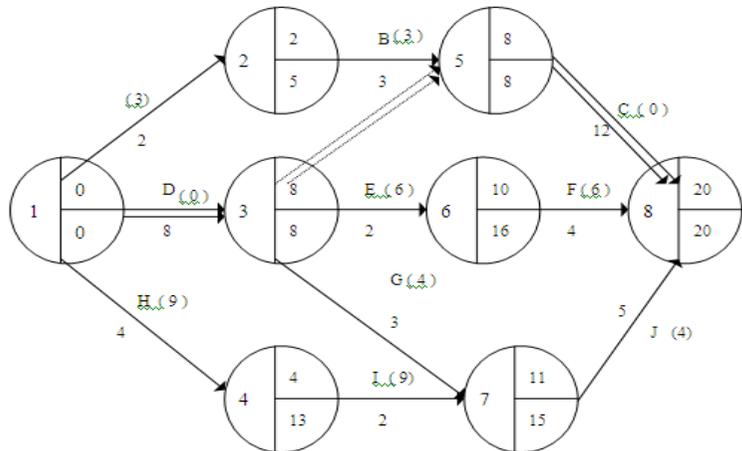
Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan kritis, peristiwa kritis dan *dummy* (jika ada). Lintasan kritis ini dimulai dari peristiwa awal *network diagram* sampai dengan akhir *network diagram* berbentuk lintasan. Mungkin saja terdapat lebih dari sebuah lintasan kritis dalam sebuah *network diagram*.

Tujuan untuk mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan dan peristiwa-peristiwa yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek, yaitu terhadap kegiatan-kegiatan kritis dan hampir kritis.

Berdasarkan prosedur dan rumus untuk menghitung umur proyek dan lintasan kritis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Umur lintasan kritis sama dengan umur proyek.
2. Lintasan kritis adalah lintasan yang paling lama umur pelaksanaannya dari semua lintasan yang ada.

Contoh :



Pada network diagram di atas yang merupakan lintasan kritis adalah peristiwa nomor 1 dengan kegiatan D, peristiwa nomor 3, peristiwa nomor 5, kegiatan C, peristiwa nomor 8. Dan di dalam network diagram dibedakan dengan simbol panah dua rangkap.

5.4.2. Tenggang Waktu Kegiatan

Tenggang waktu kegiatan (*activity float*) adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan kegiatan. Dengan ukuran ini dapat diketahui karakteristik pengaruh keterlambatan terhadap penyelenggaraan proyek dan terhadap pola kebutuhan sumber daya dan pola kebutuhan biaya.

Syarat menghitung tenggang waktu kegiatan antara lain:

1. Telah ada *network diagram* yang tepat.
2. Lama kegiatan perkiraan masing-masing kegiatan telah ditentukan.

3. Berdasarkan *network diagram* tersebut, telah dihitung saat paling awal (SPA). dan saat paling lambat (SPL) semua peristiwa.

Terdapat tiga macam tenggang waktu kegiatan:

1. *Total float* (TF)

Jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPL j) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awal (SPA i)

$$\text{Rumus : } TF = SPL j - L - SPA i$$

2. *Free Float*

Jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (SPA j) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awal (SPA i)

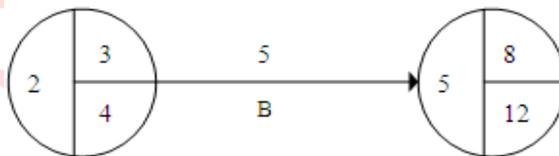
$$\text{Rumus : } FF = SPA j - L - SPA i$$

3. *Independent float*

Jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPL j) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awal (SPL i)

$$\text{Rumus : } IF = SPA j - L - SPL i$$

Contoh :



$$\begin{array}{lll} TF = SPL j - L - SPA i & FF = SPA j - L - SPA i & IF = SPA j - L - SPL i \\ = 12 - 5 - 3 & = 8 - 5 - 3 & = 8 - 5 - 4 \\ = 4 & = 0 & = -1 \end{array}$$

5.4.3. Pengaruh Keterlambatan Suatu Kegiatan

Dalam penyelenggaraan sebuah proyek kemungkinan besar akan terjadi satu atau beberapa kegiatan terlambat penyelesaiannya, karena tidak sesuai dengan waktu atau lama kegiatan perkiraan yang telah ditentukan. Hal ini dapat menimbulkan masalah yaitu berapa besar pengaruhnya terhadap penyelenggaraan proyek itu sendiri.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan terhadap pengaruh keterlambatan suatu kegiatan tersebut antara lain:

1. Umur proyek
Merupakan ukuran lamanya waktu yang dibutuhkan dalam penyelenggaraan suatu proyek, dapat ditentukan dengan lintasan kritis.
2. Lintasan kritis
Lintasan kritis dalam suatu *network diagram* dapat menunjukkan umur proyek
Saat mulai kegiatan pengikut (*successor*).
3. Kegiatan yang mengikuti langsung kegiatan yang terlambat penyelesaiannya.
4. Pola kebutuhan sumber daya
Suatu gambaran yang menyatakan hubungan antara kebutuhan sumber daya dengan waktu. Dimana dikenal ada dua macam pola kebutuhan sumber daya yaitu berupa histogram dan kurva S.

Syarat yang harus dipenuhi agar dapat melakukan penilaian pengaruh keterlambatan sebuah kegiatan terhadap penyelenggaraan proyek antara lain :

- a. *Network diagram* yang tepat dan lengkap telah tersedia, dimana saat paling awal (SPA) dan saat paling lambat (SPL) tiap peristiwa diketahui.
- b. Semua tenggang waktu kegiatan : Total Float (TF), Free float (FF), *Independent float* (IF) telah dihitung.

c. Besar keterlambatan kegiatan (T) diketahui.

Penilaian keterlambatan kegiatan, berdasarkan *network diagram* di bawah ini diketahui bahwa kegiatan I mempunyai:

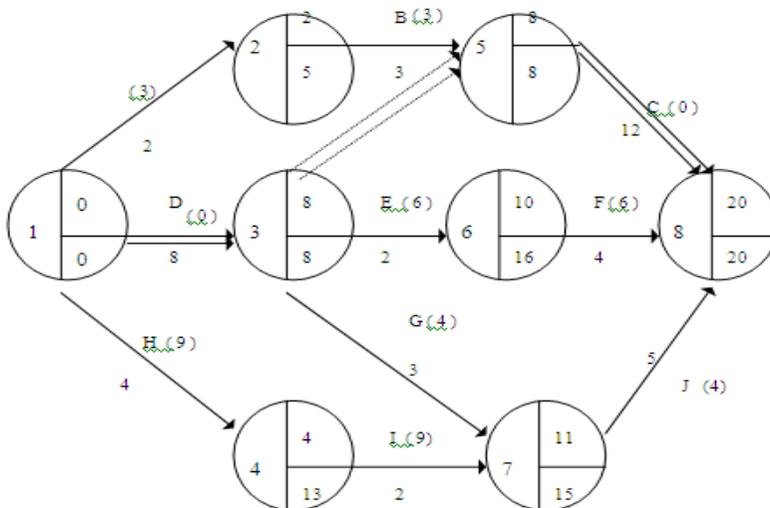
- *Total float* (TF) = $15 - 2 - 4 = 9$
- *Free float* (FF) = $11 - 2 - 4 = 5$
- *Indenpendent float* = $11 - 2 - 13 = -4$

Jika besarnya keterlambatan sebesar:

1. $T < TF$

Misalkan diketahui keterlambatan kegiatan I sebesar 7 hari ($7 < 9$) maka pengaruhnya terhadap ke empat faktor di atas adalah:

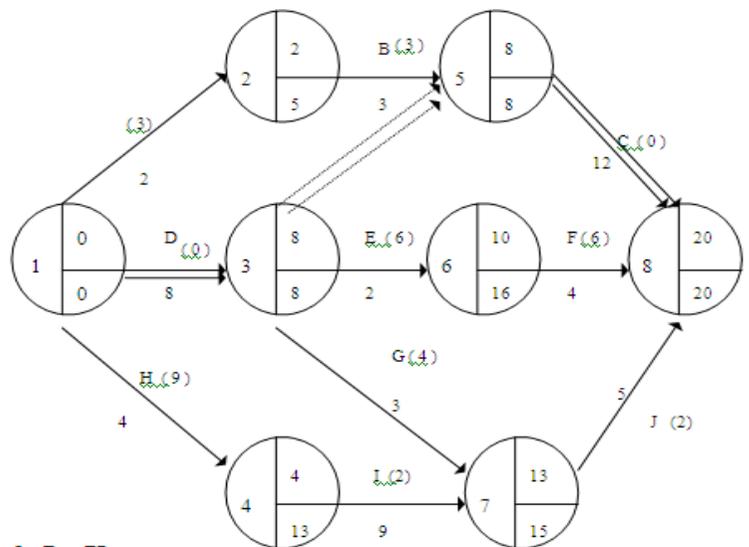
- Umur proyek tetap = 20
- Lintasan kritis tetap = peristiwa 1, 3, 5, 8 dan kegiatan C, D
- Saat mulai kegiatan pengikut diundur, SPA = 13
- Pola kebutuhan sumberdaya berubah.

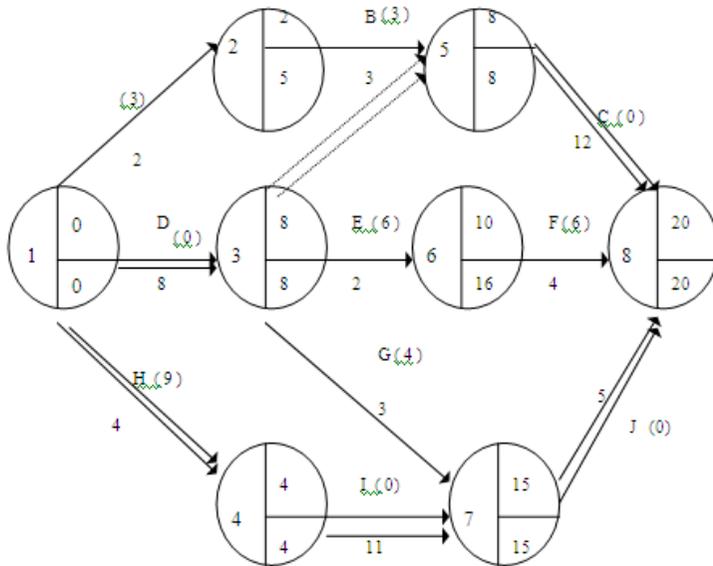


2. $T = TF$

Berarti besarnya keterlambatan kegiatan I = 9 hari ($9 = 9$), maka:

- Umur proyek tetap = 20
- Lintasan kritis tetap (bila kegiatan yang terlambat bermuara ke lintasan kritis yang ada), atau bertambah (bila kegiatan yang terlambat tidak bermuara ke lintasan kritis yang ada). Bila kegiatan pengikutnya mempunyai independent float, maka lintasan yang mengikutinya tidak akan menjadi kritis.
- Saat mulai kegiatan pengikut diundur, SPA = 15
- Pola kebutuhan sumber daya berubah.

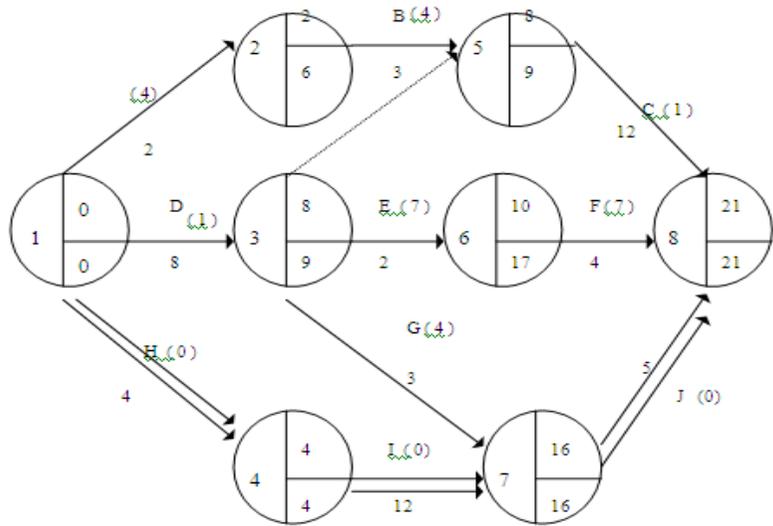




3. $T > TF$

Misalkan besarnya keterlambatan kegiatan I = 10 hari ($10 > 9$), maka:

- Umur proyek bertambah = 21
- Lintasan kritis berubah = peristiwa 1, 4, 7, 8 dan kegiatan H, I, J
- Saat mulai kegiatan pengikut diundur, SPA = 16
- Pola kebutuhan sumberdaya berubah.



Kesimpulan dari ketiga kasus tersebut di atas adalah:

1. Keterlambatan satu atau beberapa kegiatan
 - a. Belum tentu merubah umur proyek.
 - b. Pasti mengubah pola kebutuhan sumber daya.
2. Perubahan pola kebutuhan sumber daya
 - a. Pasti memperlambat satu atau beberapa kegiatan.
 - b. Belum tentu mengubah umur proyek.
3. Umur proyek bertambah bila ada satu atau beberapa kegiatan terlambat lebih besar dari pada *Total Float* (TF)-nya.

5.4.4. Mempercepat Umur Proyek

Di dalam penyelenggaraan proyek sering kali dihadapkan pada perbedaan antara umur perkiraan (UPER) berdasarkan *network diagram* yang dibuat dengan umur rencana (UREN) proyek yang ditentukan berdasarkan kebutuhan manajemen dan atau sebab lainnya.

Oleh karena itu perlu kiranya umur perkiraan (UPER) dan umur rencana (UREN) harus disamakan. Umur rencana (UREN) biasanya selalu lebih kecil dari umur perkiraan (UPER).

- A. Syarat yang harus dipenuhi untuk mempercepat umur proyek agar sama antara umur perkiraan dan umur rencana antara lain:
 1. Telah ada *network diagram* yang tepat.
 2. Lama kegiatan perkiraan masing-masing kegiatan telah ditentukan.
 3. Telah dihitung saat paling awal (SPA) dan saat paling lambat (SPL) semua peristiwa.
 4. Ditentukan umur rencana (UREN).
- B. Prosedur mempercepat usia proyek:
 1. Buat *network diagram* dengan nomor-nomor peristiwa sama seperti semula dengan lama kegiatan perkiraan baru untuk langkah ulangan, dan sama dengan semula untuk langkah siklus pertama.
 2. Dengan dasar saat paling awal peristiwa awal, $SPA_1 = 0$, dihitung saat peristiwa lainnya. Umur perkiraan proyek (UPER) = saat paling awal peristiwa akhir (SPA_m , dimana m adalah nomor peristiwa akhir *network diagram* atau nomor maksimal peristiwa).
 3. Dengan dasar saat paling lambat peristiwa akhir *network diagram* (SPL m) = umur proyek yang direncanakan (UREN), dihitung saat paling lambat semua peristiwa.
 4. Hitung *total float* (TF) semua kegiatan yang ada. Bila tidak ada *total float* (TF) yang berharga negatif, proses perhitungan selesai. Bila masih ada *total float* (TF) berharga negatif, lanjutkan ke langkah berikut.
 5. Cari lintasan atau lintasan-lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang *total floatnya* (TF) masing-masing sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Total float (TF)} &= \text{UREN} - \text{UPER} \\ &= \text{SPL } m - \text{SPA } m \\ &= \text{SPL } 1 - \text{SPA } 1 \end{aligned}$$

6. Lama kegiatan dari kegiatan tersebut di atas adalah L_n , n adalah nomor urut kegiatan tersebut dalam satu lintasan, $n = 1, 2, 3, \dots, z$.
7. Hitung lama kegiatan baru dari kegiatan tersebut di atas (langkah ke 5 dan ke 6) dengan menggunakan rumus:

$$L_n (\text{baru}) = L_n (\text{lama}) + \frac{L_n (\text{lama})}{L_i} \times (\text{UREN} - \text{UPER})$$

Keterangan :

L_n (baru) = Lama kegiatan baru

L_n (lama) = Lama kegiatan lama

L_i = Jumlah lama kegiatan-kegiatan pada satu lintasan yang harus dipercepat.

UREN = Umur rencana proyek

UPER = Umur perkiraan proyek

8. Kembali ke langkah 1

5.5 LINEAR SCHEDULE METHODE (LSM)

Dalam manajemen konstruksi, penggunaan berbagai metode penjadwalan dalam perencanaan dan pengendalian proyek-proyek konstruksi sangat membantu dalam meningkatkan efisiensi, waktu dan biaya. Kita telah mengenal metode penjadwalan seperti *Gantt Chart*, *Network Planning* serta kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangannya.

Dalam metode *Gantt Chart* dan *Network Planning*, tidak dapat ditentukan lokasi dari informasi yang diberikan. Misalnya, di dalam *Gantt Chart* diberikan informasi mengenai persentase kemajuan pekerjaan, tetapi tidak memberikan informasi di lokasi mana terjadi keterlambatan. Begitu juga dengan NWP yang menginformasikan sebuah kegiatan yang akan berjalan dengan menunggu selesainya

pekerjaan sebelumnya, tetapi tidak diketahui di lokasi mana pekerjaan berlangsung. Dengan menggunakan *LSM*, semua kekurangan tersebut dapat di atasi.

Dalam beberapa jenis proyek, sering juga ditemui kegiatan-kegiatan dalam suatu urutan yang tidak diskrit. Kegiatan-kegiatan berjalan menerus secara berurutan selama proyek-proyek yang bersifat linier seperti konstruksi, pemeliharaan jalan raya, pemasangan pipa, saluran irigasi, kabel telepon, kabel listrik, terowongan dan sebagainya memiliki karakteristik linier tersebut. Proyek-proyek tersebut terdiri dari kegiatan-kegiatan secara berurutan dari awal sampai akhir proyek.

Demikian juga proyek-proyek yang mempunyai kegiatan repetitif (pengulangan), meskipun bersifat diskrit tetapi dapat dianggap memiliki karakteristik linier. Misalnya pembangunan unit-unit rumah pada suatu kompleks perumahan, pekerjaan pembuatan lantai-lantai gedung bertingkat banyak, jembatan panjang dengan jumlah pilar yang banyak dan lain-lain.

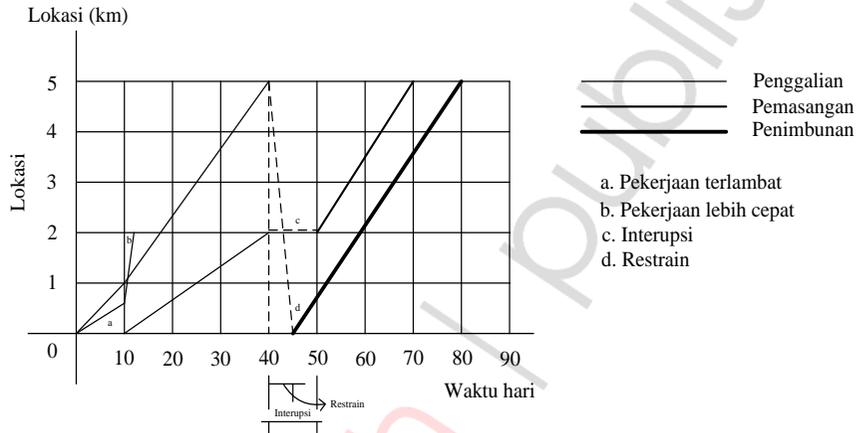
Dalam hal di atas penerapan metode jaringan kerja akan menemui banyak kesulitan sehingga kurang disukai oleh para kontraktor yang akhirnya mereka kembali menggunakan metode tradisional yaitu perangkat *Bar Chart*. Sementara didalam *Bar Chart* ketergantungan antar kegiatan tidak diperlihatkan, demikian juga perubahan kecepatan kegiatan-kegiatan pekerjaan tidak mudah terlihatnya.

Metode *LSM* adalah salah satu teknik penjadwalan yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan penjadwalan dan perencanaan proyek-proyek dengan kegiatan-kegiatan yang bersifat linier dan repetitif.

Bentuk dasar presentasi *LSM* adalah sebagai berikut:

- Sumbu tegak pada gambar menggambarkan lokasi sepanjang suatu proyek atau juga kuantitas pekerjaan yang diselesaikan untuk pekerjaan-pekerjaan repetitif, sedangkan sumbu mendatar menggambarkan waktu pelaksanaan proyek.

- Kegiatan-kegiatan digambarkan dalam bentuk garis-garis lurus diagonal.
- Kecepatan kemajuan pekerjaan yang direncanakan diperlihatkan dengan mudah dan lokasi kegiatan yang sedang berlangsung diperlihatkan pada gambar.



Selanjutnya, gambar lokasi diperlihatkan sebagai berikut:

I	II	III	IV
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
V	VI	VII	VIII
IX	X	XI	XII

Pada LSM, kelemahan-kelemahan pada *Bar Chart* dan *NWP* dapat diatasi, di pihak lain LSM cukup fleksibel dalam mengakomodasi berbagai situasi yang mungkin ditemui pada bagian-bagian proyek yang bersifat linier dan repeatitif.

5.5.1. Dasar-dasar Penjadwalan Linier

Untuk dapat menggunakan LSM, maka perlu dikenali beberapa elemen dasarnya, yaitu:

1. Parameter sistem sumbu

Pada dasarnya LSM adalah suatu ukuran kemajuan pekerjaan per fungsi waktu (hari, jam, Minggu, dsb). Lokasi dapat dinyatakan dengan berbagai cara. Untuk proyek linier, jarak merupakan ukuran yang cocok yang dapat dinyatakan dengan km, m dan lain-lain atau pada posisi seperti STA-1, STA-2 dan seterusnya. Sedangkan pada pembangunan gedung bertingkat lokasi dapat dinyatakan dengan jumlah lantainya atau tingkatnya.

2. Tingkat produktivitas kegiatan

Tingkat produktivitas dari setiap pekerjaan dapat dihitung secara estimasi biasa sebagai fungsi dari jenis kegiatan, peralatan yang digunakan, pekerja dan kondisi kerja.

$W = f(\text{jenis kegiatan, peralatan, T. kerja, kondisi})$

Untuk suatu kegiatan X, tingkat produktivitas dinyatakan dengan r_{xj} , di mana j menunjukkan perbedaan kemiringan dari kegiatan, artinya semakin mendatar garis kegiatan, maka semakin kurang produktivitasnya.

3. Interupsi

Interupsi suatu kegiatan menunjukkan adanya garis putus kegiatan untuk menunjukkan penghentian pekerjaan/tundaan selama waktu tertentu karena adanya hambatan-hambatan seperti habisnya persediaan material dan lainnya. Mengenai interupsi ini diperlihatkan pada gambar di atas.

4. Restrain

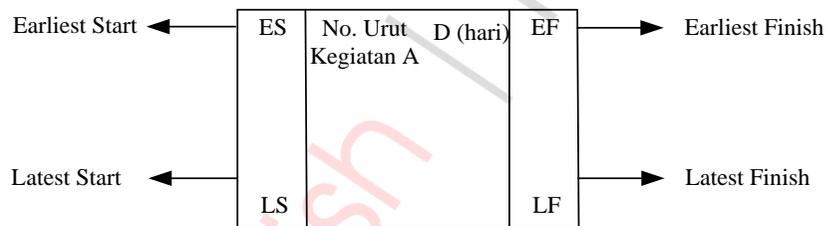
Restrain adalah tertundanya pekerjaan karena pekerjaan sebelumnya belum selesai.

Restrain terjadi menyangkut penggunaan sumber daya yang sama pada dua atau lebih kegiatan, sehingga sebelum

kegiatan lain selesai menggunakan sumber daya tersebut, kegiatan yang menggunakan sumber daya yang sama tidak dapat dilanjutkan. Mengenai restrain ini diperlihatkan pada gambar di atas.

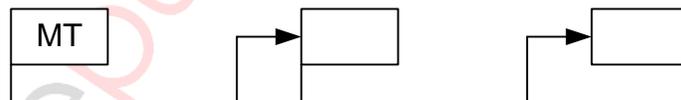
5.6 Precedence Diagram Method (PDM)

Metode diagram “preseden” ini merupakan jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi activity on node. Kegiatannya ditulis dalam bentuk node umumnya berbentuk segi empat dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara selesai paling awal ditulis pada sudut atas, dalam hitungan maju. Waktu mulai dan waktu selesai paling akhir ditulis pada sudut bawah, dalam hitungan mundur.



Contoh :

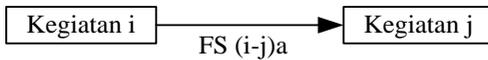
- MI : Menggali tanah
- Mp : Meletakkan pipa
- Mk : Menimbun kembali



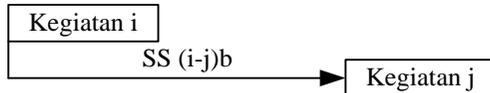
Anak panah menunjukkan hubungan antara kegiatan. Di mulai dengan menggali tanah, selanjutnya meletakkan pipa dan menimbun kembali.

Pada metode diagram preseden ini terdapat 4 peristiwa, yaitu:

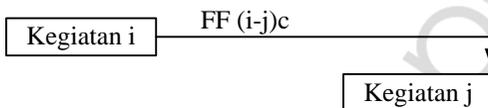
1. Konstrain selesai ke mulai – Finish Start (FS)



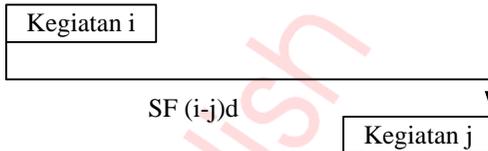
2. Konstrain mulai ke mulai – Start Start (SS)



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



4. Konstrain mulai ke selesai – Start Finish (SF)



5.5.2. Hitungan Maju

Hitungan maju ditunjukkan untuk:

- a. Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian kegiatan
- b. Diambil ES terbesar, bila lebih dari satu kegiatan yang berlangsung.

Notasi i adalah kegiatan yang terdahulu

Notasi j adalah kegiatan yang ditinjau

Waktu awal dianggap nol (0)

- c. Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang di tinjau (ES) adalah sama dengan jumlah angka kegiatan terdahulu ditambah konstrain yang bersangkutan.

Rumus:

$$ES(i) = \begin{array}{l} \text{Pilih angka} \\ \text{terbesar} \\ \text{dari} \end{array} \left| \begin{array}{l} ES(i) + SS(i-j) \text{ atau} \\ ES(i) + SF(i-j) - D(j) \text{ atau} \\ EF(i) + FS(i-j) - D(j) \end{array} \right.$$

- d. Angka waktu selesai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau (EF) adalah sama dengan waktu paling awal kegiatan tersebut (ES(j)) ditambah waktu yang bersangkutan (D(j)).

Rumus:

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

5.5.3. Hitungan Mundur

Hitungan mundur ditujukan untuk:

- Menentukan LS, LF dan Float
- Bila lebih dari satu kegiatan berlangsung, diambil LF yang terkecil.
Notasi i adalah kegiatan yang ditinjau dan j adalah kegiatan berikutnya.
- Waktu selesai paling akhir dari kegiatan yang ditinjau (LF) adalah sama besarnya dengan jumlah angka kegiatan yang ditinjau kurangi konstrain yang bersangkutan.

$$LF(I) = \begin{array}{l} \text{Pilih angka} \\ \text{terkecil} \\ \text{dari} \end{array} \left| \begin{array}{l} LF(j) + FF(i-j) \text{ atau} \\ LS(j) + FS(i-j) - D(j) \text{ atau} \\ LF(j) + SF(i-j) + D(j) \text{ atau} \\ LS(j) - SS(i-j) + D(j) \end{array} \right.$$

- Waktu mulai paling akhir dari kegiatan yang sedang ditinjau (LS) adalah sama dengan angka waktu selesai paling akhir

kegiatan yang ditinjau (LF(i)) dikurangi waktu yang bersangkutan (D(i)).

Rumus: $LS(i) = LF(i) - D(i)$

Jalur kritis adalah waktu mulai paling awal dan paling akhir harus sama.

Contoh:

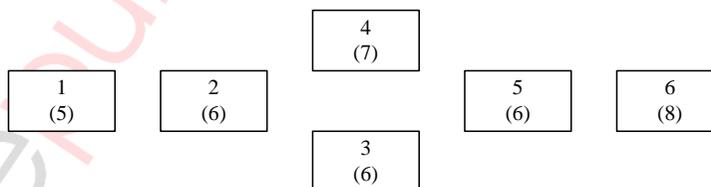
Sebuah proyek terdiri dari enam kegiatan A, B, C, D, E dan F dengan nomor urut 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Kurun waktu kegiatan tercantum pada tabel berikut:

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

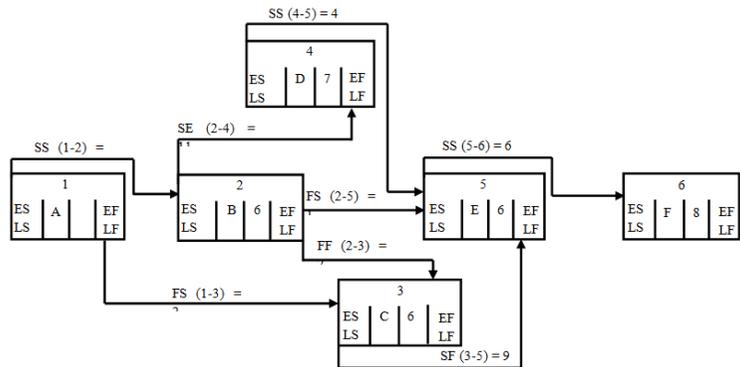
Diminta menyusun jaringan PDM, menentukan jalur kritis dan kurun waktu.

Langkah-langkah penyelesaian:

- ❖ Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan, seperti gambar berikut ini:



- ❖ Menentukan urutan kegiatan, konstrain dan melengkapinya dengan atribut seperti pada gambar berikut:



Langkah berikutnya adalah menghitung ES, LS, EF dan LF

❖ Hitungan *Maju*

- Kegiatan A

Dianggap mulai awal = 0

$$ES(1) = 0$$

$$EF(1) = ES(1) + D(A) = 0 + 5 = 5$$

- Kegiatan B

$$ES(2) = ES(1) + SS(1-2) = 0 + 3 = 3$$

$$EF(2) = ES(2) + SS(B) = 3 + 6 = 9$$

- Kegiatan C

$$ES(3) = \begin{array}{l} \text{Pilih angka} \\ \text{terbesar} \\ \text{dari} \end{array} \left| \begin{array}{l} ES(2) + FF(2-3) - D(C) \\ = 9 + 2 - 6 = 5 \\ EF(1) + FS(1-3) = \\ 5 + 2 = 7 \end{array} \right.$$

$$EF(3) + D(C) = 7 + 6 = 13$$

- Kegiatan D

$$ES(4) = ES(2) + SF(2-4) - d(d)$$

$$= 3 + 11 - 7 = 7$$

$$EF(4) = ES(4) + D(D) = 7 + 7 = 14$$

- Kegiatan E

$$ES(5) = \begin{cases} \text{Pilih angka} & ES(4) + SS(4-5) \\ & = 7 + 4 = 11 \\ \text{terbesar} & EF(2) + FS(2-5) = \\ & 9 + 1 = 10 \\ \text{dari} & ES(3) + SF(3-5) - D(E) \\ & = 7 + 9 - 6 = 10 \end{cases}$$

$$EF(5) + ES(5) + D(E) = 11 + 6 + 17$$

- Kegiatan F

$$ES(6) = ES(5) + SS(5-6) = 11 + 5 + 16$$

$$FF(6) = ES(6) + D(F) = 16 + 8 + 24$$

❖ *Hitung Mundur*

- Dimulai dari kegiatan terakhir F. LF(6) adalah sama dengan EF(6) = 24 (titik akhir proyek).

- Kegiatan E

$$LF(5) = LS(6) - SS(5-6) + D(E)$$

$$= 16 - 5 + 6 = 7$$

$$LS(5) = LF(5) - D(E) = 7 - 6 = 1$$

- Kegiatan D

$$LF(4) = LS(5) - SS(4-5) + D(E)$$

$$= 1 - 4 + 7 = 4$$

$$LS(4) = LF(4) - D(D) = 4 - 7 = -3$$

- Kegiatan C

$$LF(3) = LS(5) - SS(3-5) + D(C)$$

$$= 1 - 9 + 6 = -2$$

$$LS(3) = LF(3) - D(C) = -2 - 6 = -8$$

- Kegiatan B

$$LF(2) = LF(3) - FF(2-3) = -2 - 2 = -4$$

$$LS(2) = LS(5) - FS(2-5) = 1 - 1 = 0$$

$$= LF(4) - SF(2.4) + D(B)$$

$$= 4 - 11 + 6 = -1$$

Dipakai angka terkecil yaitu $LF(2) = 9$

$$LS(2) = LF(2) - D(B) = 9 - 6 = 3$$

- Kegiatan A

$$LF(1) = LS(2) - SS(1-2) + D(A)$$

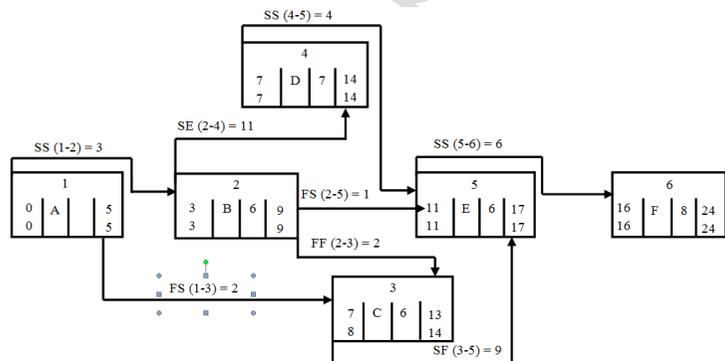
$$= 3 - 3 + 5 = 5$$

$$LF(1) = LS(3) - FS(1-3) = 8 - 2 = 6$$

Dipakai angka terkecil yaitu $LF(1) = 5$

$$LS(1) = LF(1) - D(A) = 5 - 5 = 0$$

- ❖ *Akhirnya* setelah angka-angka ES, EF, LS dan LF dimasukkan ke dalam node yang bersangkutan, maka diperoleh diagram PDM yang lengkap seperti gambar di bawah:



5.7 Project Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT adalah metode yang ditemukan dalam upaya meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian dalam proyek selain metode CPM. Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk

menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.

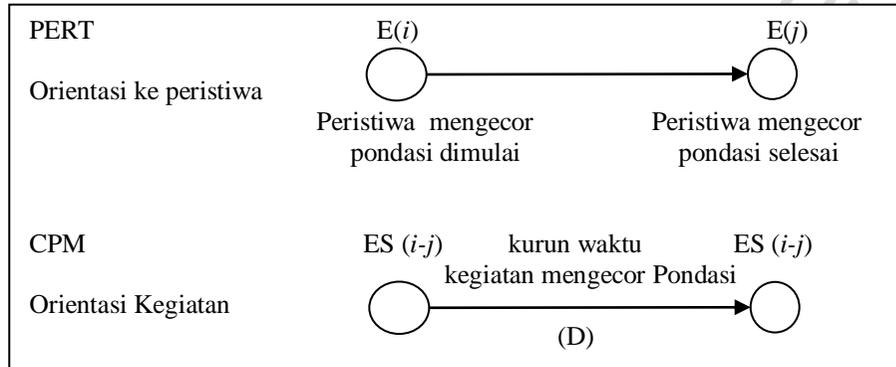
PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti deviasi standar dan varians. Dengan demikian metode ini memiliki cara yang spesifik untuk menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan.

5.7.1. Orientasi ke Peristiwa

PERT diperkenalkan dalam rangka merencanakan dan mengendalikan proyek besar dan kompleks, yaitu pembuatan peluru kendali Polaris yang dapat meluncur dari kapal selam di bawah permukaan air. Proyek tersebut melibatkan beberapa ribu kontraktor dan rekanan dimana pemilik proyek berkeinginan mengetahui apakah peristiwa-peristiwa yang memiliki arti penting dalam penyelenggaraan proyek seperti, *milestone*, dapat dicapai oleh mereka atau bila tidak seberapa jauh penyimpangannya. Hal ini menunjukkan PERT lebih berorientasi keterjadiannya peristiwa (*event oriented*) sedangkan CPM condong ke orientasi kegiatan (*activity oriented*).

Pada gambar 5.1 dijelaskan tentang proses pekerjaan mengecor pondasi. Disini metode PERT yang berorientasi terjadinya peristiwa, ingin mendapatkan penjelasan kapan peristiwa mengecor pondasi dimulai $E(i)$ dan kapan peristiwa mengecor pondasi selesai $E(j)$. Sedangkan CPM menekankan keterangan perihal pelaksanaan kegiatan mengecor pondasi dan berapa lama waktu yang diperlukan (D). Meskipun diantara terjadinya suatu peristiwa tidak dapat dipisahkan dari kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai atau melahirkan peristiwa tersebut, namun penekanan yang dimiliki masing-masing

metode perlu diketahui untuk memahami latar belakang dan maksud pemakaiannya.



Gambar 5.1 Orientasi Peristiwa Versus Kegiatan

5.7.2. Persamaan dan Perbedaan Penyajian

Dalam visualisasi penyajiannya, PERT sama halnya dengan CPM, yaitu menggunakan diagram anak panah (*activity on arrow*) untuk menggambarkan kegiatan proyek. Demikian pula pengertian dan perhitungan mengenai kegiatan kritis, jalur kritis, dan *float*. Yang dalam PERT disebut *Slack*. Salah satu perbedaan yang substansial adalah dalam estimasi kurun waktu kegiatan dimana PERT menggunakan tiga angka estimasi yaitu, a , b , dan m yang mempunyai arti sebagai berikut:

1. a = kurun waktu optimistic (*optimistic duration time*)

Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatu berjalan mulus. Waktu demikian diungguli hanya sekali dalam seratus bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

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

Kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

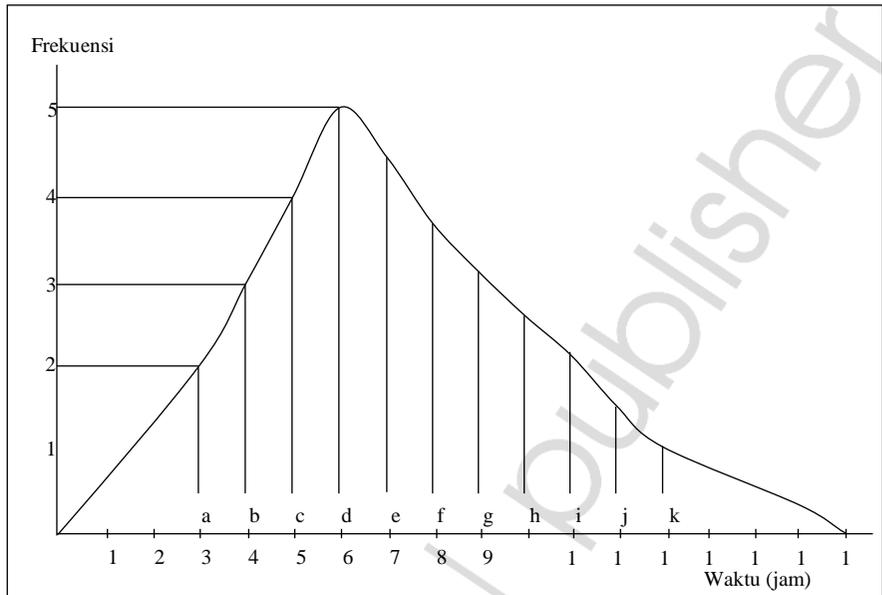
3. b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

Waktu yang paling lama menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

5.7.3. Teori Probabilitas

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa tujuan menggukan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan dibanding satu angka disbanding deterministic. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut khususnya dan latar belakang dasar pemikiran metode PERT pada umumnya.

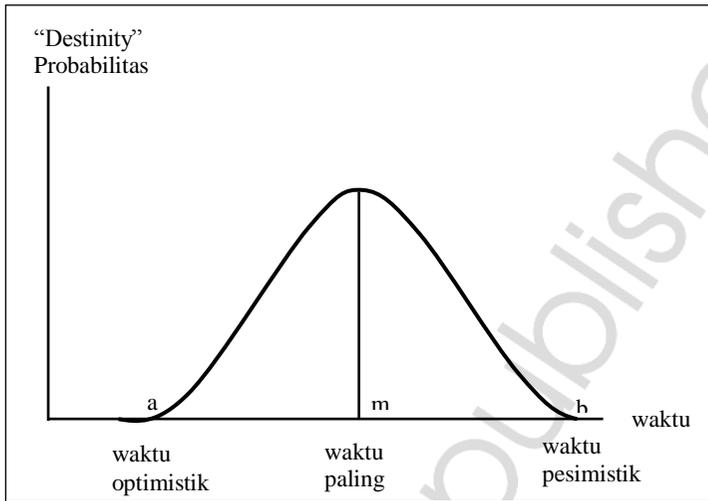
Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta coba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan suatu kegiatan dilakukan secara berulang ulang dengan kondisi yang dianggap sama seperti pada Gambar 5.2. Sumbu horizontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Misalnya kegiatan x dikerjakan berulang ulang dengan kondisi yang sama, selesai dalam kurun waktu 3 jam yang ditunjukkan oleh garis aA yaitu 2 kali. Sedangkan yang selesai dalam waktu 4 jam adalah sebesar $bB = 3$ kali dan kegiatan x yang selesai dalam waktu 5 jam sebanyak $cC = 4$ kali. Bila hal tersebut dilanjutkan dan dibuat garis yang menghubungkan titik – titik puncak $A - B - C - D - E - F - G -$ dan seterusnya akan diperoleh garis lengkung yang disebut Kurva Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan.



Gambar 5.2 Kurva Distribusi Frekuensi

Kurva Distribusi dan Variabel a , b dan m

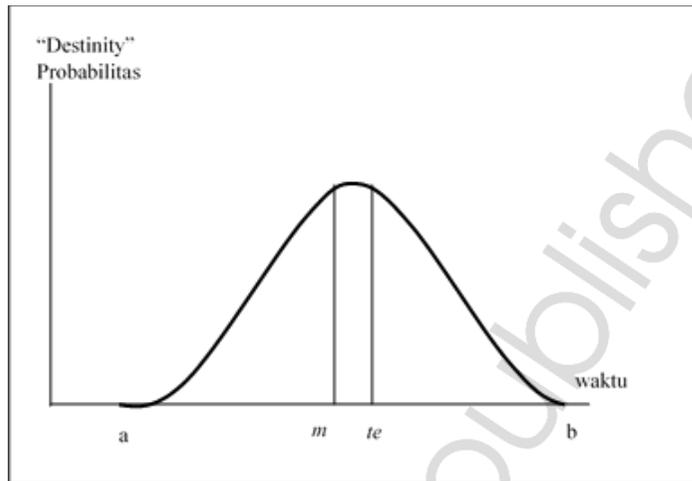
Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a , b , dan m . Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m , yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a dan b terletak (hampir) diujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan seperti di atas pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta seperti diperlihatkan oleh Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Kurva Beta

Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (te)

Setelah menentukan estimasi angka-angka a , m , dan b , maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan tiga angka tersebut menjadi tiga angka, yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka te adalah angka-angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Bila kurun waktu sesungguhnya bagi setiap pengulangan dan frekuensinya dicatat secara sistematis akan diperoleh kurva beta distribusi.



Gambar 5.4 Kurva Beta Distribusi

Lebih lanjut dalam menentukan te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa *optimistic* (a) dan *pesimistic* (b) adalah sama. Sedang jumlah terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kemungkinan terjadinya peristiwa di atas. Sehingga bila dituliskan dengan rumus adalah sebagai berikut:
Kurun waktu pada kegiatan yang diharapkan:

$$te = a + 4m + b) \left(\frac{1}{6}\right)$$

Bila garis tegak lurus dibuat melalui te , maka garis tersebut akan membagi 2 sama besar area yang berada dibawah kurva beta distribusi. Perlu ditekankan disini perbedaan antara kurva waktu yang diharap (te) dengan kurun waktu paling mungkin (m). Angka m menunjukan angka terkaan atau perkiraan oleh estimator. Sedangkan te adalah hasil dari rumus perhitungan matematis. Sebagai contoh misalnya dari estimator diperkirakan angka-angka sebagai berikut:

Kurun waktu optimistik (a) = 4 Hari
Kurun waktu pesimistik (b) = 9 Hari
Kurun waktu paling mungkin (m) = 5 hari
Maka angka te :

$$te = (4 + 4 \times 5 + 9) (1/6) \\ = 5,5 \text{ Hari}$$

Dari contoh di atas ternyata angka kurun waktu yang diharapkan $te = 5,5$ hari lebih besar dari kurun waktu paling mungkin $m = 5$. Angka te akan sama besar dengan m bilamana kurun waktu *optimistic* dan *pesimistic* terletak simetris terhadap waktu paling mungkin atau $b - m = m - a$. Hal ini dijumpai misalnya pada kurva distribusi normal berbentuk genta. Konsep te sebagai konsep rata-rata (*meanvalue*) mempermudah perhitungan karena dapat dipergunakan sebagai satu angka *deterministic*, seperti pada CPM dalam mengidentifikasi jalur kritis, *float* dan lain-lain.

Estimasi Angka-angka a , b dan m

Sama halnya dengan CPM, mengingat besarnya pengaruh angka-angka a , b , dan m dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam estimasi besarnya angka-angka tersebut. Diantaranya:

1. Estimator perlu mengetahui fungsi dari a , b dan m dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT secara keseluruhan. Bila tidak, dikhawatirkan akan mengambil angka estimasi kurun waktu yang tidak sesuai atau tidak membawakan pengertian yang dimaksud.
2. Di dalam proses estimasi angka-angka a , b , dan m bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
3. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan berguna untuk bahan perbandingan

dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih menyenangkan. Dengan syarat-syarat data-data tersebut cukup banyak secara kuantitatif dan kondisi kedua peristiwa yang bersangkutan tidak banyak berbeda.

Jadi yang perlu digaris bawahi disini adalah estimasi angka a , b dan m hendaknya bersifat berdiri sendiri, artinya bebas dari pertimbangan-pertimbangan pengaruhnya terhadap komponen kegiatanyang lain atau pun terhadap jadwal proyek secara keseluruhan karena bila ini terjadi akan banyak mengurangi faedah metode PERT yang menggunakan unsur *probability* dalam merencanakan kurun waktu kegiatan.

5.7.4. Identifikasi Jalur Kritis dan Slack

Dengan menggunakan konsep te dan angka waktu paling awal peristiwa terjadi (*the earliest time of occurance* - TE) dan waktu paling akhir peristiwa terjadi (*the lates time of occurance* - TL) maka identifikasi kegiatan kritis, jalus kritis dan slack dapat dikerjakan seperti halnya pada CPM, seperti:

$$(TE) - j = (TE) - i + te(i - j)$$

$$(TL) - i = (TL) - j + te(i - j)$$

Pada jalur kritis berlaku:

$$\text{Slack} = 0 \text{ atau } (TL) - (TE) = 0$$

Untuk rangkaian kegiatan-kegiatan lurus (tanpa cabang), misalnya terdiri dari 3 kegiatan dengan masing-masing $te(1 - 2)$, $te(2 - 3)$, $te(3 - 4)$ dan $(TE) - 1$ sebagai peristiwa awal, maka total kurun waktu sampai $(TE) - 4$ adalah : $(TE) - 4 = (TE) - 1 + te(1 - 2) + te(2 - 3) + te(3 - 4)$.

Sedangkan untuk rangkain yang memiliki kegiatan-kegiatan yang bergabung atau memencar, juga berlaku rumus-rumus pada metode CPM yang bersangkutan. Gambar 5.5 adalah contoh perhitungan menentukan jalur kritis dan *slack* proyek sederhana yang terdiri dari tujuh kegiatan.

Angka a, b dan m ditulis dibawah anak panah. Untuk mendapatkan *te* masing-masing kegiatan digunakan persamaan:

$$te (1 - 2) = \left(\frac{1}{6}\right) (1 + 4 \times 4 + 7) = 4$$

$$te (2 - 3) = \left(\frac{1}{6}\right) (1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$

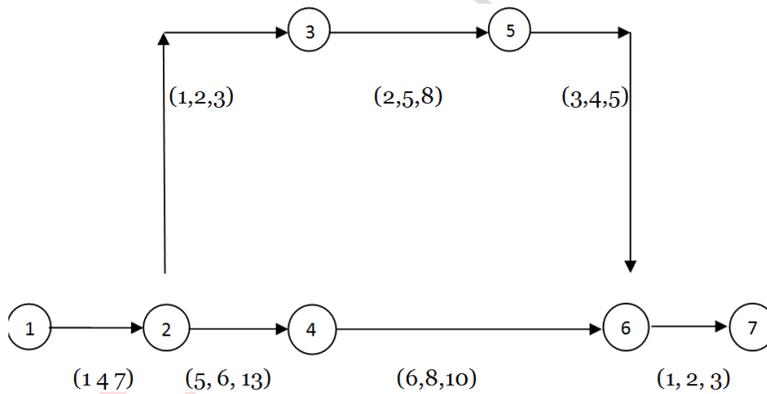
$$te (2 - 4) = \left(\frac{1}{6}\right) (5 + 4 \times 6 + 13) = 7$$

$$te (3 - 5) = \left(\frac{1}{6}\right) (2 + 4 \times 5 + 8) = 5$$

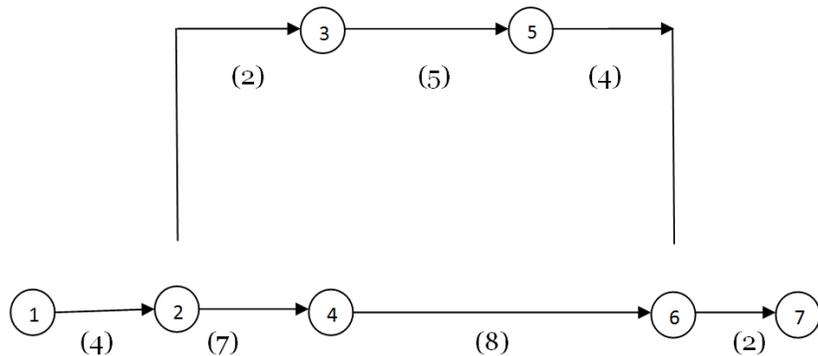
$$te (4 - 6) = \left(\frac{1}{6}\right) (6 + 4 \times 8 + 10) = 8$$

$$te (5 - 6) = \left(\frac{1}{6}\right) (3 + 4 \times 4 + 5) = 4$$

$$te (6 - 7) = \left(\frac{1}{6}\right) (1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$



Gambar 5.5 Jaringan Kerja dengan Angka-angka a, m dan b



Gambar 5.6 Jaringan Kerja dengan te

Dengan membubuhkan angka te menggantikan a , m , dan b maka jaringan pada Gambar 5.5 menjadi seperti Gambar 5.6.

Tabel 5.1 Tabulasi Hasil Perhitungan TE, TL, dan Slack Jaringan Kerja

Peristiwa (Event)	Kurun Waktu (te)	(TE)	(TL)	Slack (TL) - (TE)
1	-	0	0	0
2	1 - 2 (4)	4	4	0
3	2 - 3 (2)	6	10	4
4	2 - 4 (7)	11	11	0
5	3 - 5 (5)	11	15	4
6	4 - 6 (8)	19	19	0
7	6 - 7 (2)	21	21	0

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-4-6-7 dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 21 satuan waktu. Sedangkan jalur non kritis ialah 2-3-5-6 dengan total $slack = 4$ satuan waktu. Perlu ditekankan disini bahwa dalam mengidentifikasi dan menghitung kegiatan kritis maupun jalur kritis, seperti apa yang telah dikerjakan di atas, belum memasukan faktor deviasi standar atau varians masing-masing kegiatan komponen proyek yang merupakan salah satu konsep penting PERT.

Deviasi Standard an Varians Kegiatan

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b. Pada PERT, parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai *Deviasi Standard* dan *Varians*. Berdasarkan ilmu statistic, angka deviasi standar adalah sebesar $\frac{1}{6}$ dari rentang distribusi (b-a) atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut:

Deviasi Standar Kegiatan

$$s = \left(\frac{1}{6}\right) (b - a)$$

VarianKegiatan

$$V(te) = s^2 = \left\{\left(\frac{1}{6}\right) (b - a)\right\}^2$$

Untuk lebih memahami makna dari parameter-parameter di atas, berikut adalah dua kegiatan A dan B yang memiliki *te* yang sama besar = 6 satuan waktu. Akan dikaji berapa besar deviasi standard an varians masing-masing kegiatan tersebut, bila memiliki angka- angka a dan b yang berbeda.

Kegiatan A

$$te = \frac{4+22+10}{6}$$

$$s = \frac{1}{6} (b - a) = 1,0$$

$$V(te) = (1,0)^2 = 1,0$$

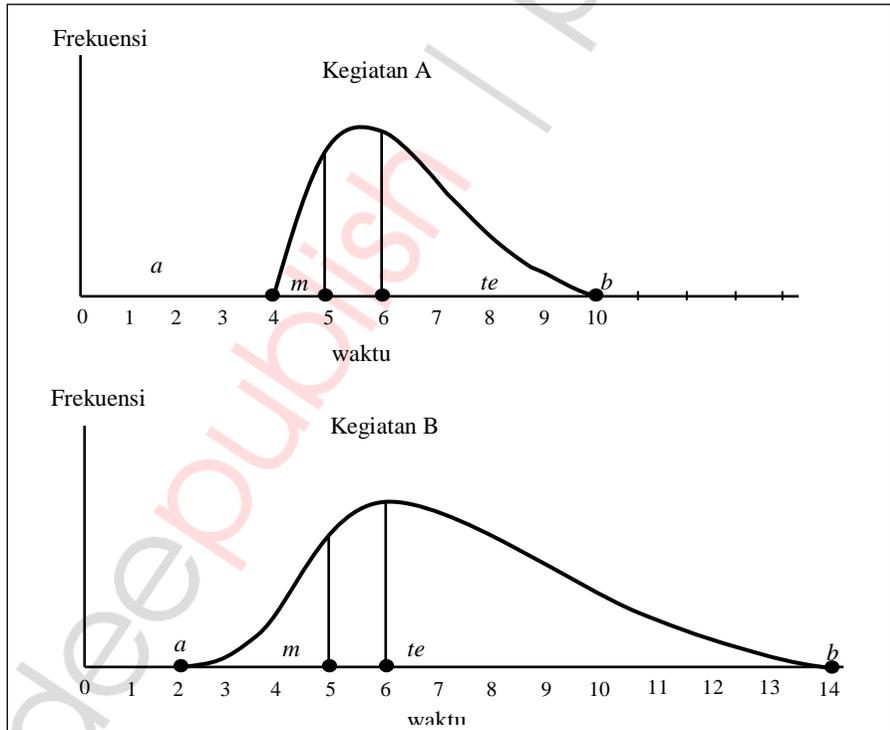
Kegiatan B

$$te = \frac{2+20+14}{6}$$

$$S = 2$$

$$V(te) = \left(\frac{12}{6}\right)^2 = 4$$

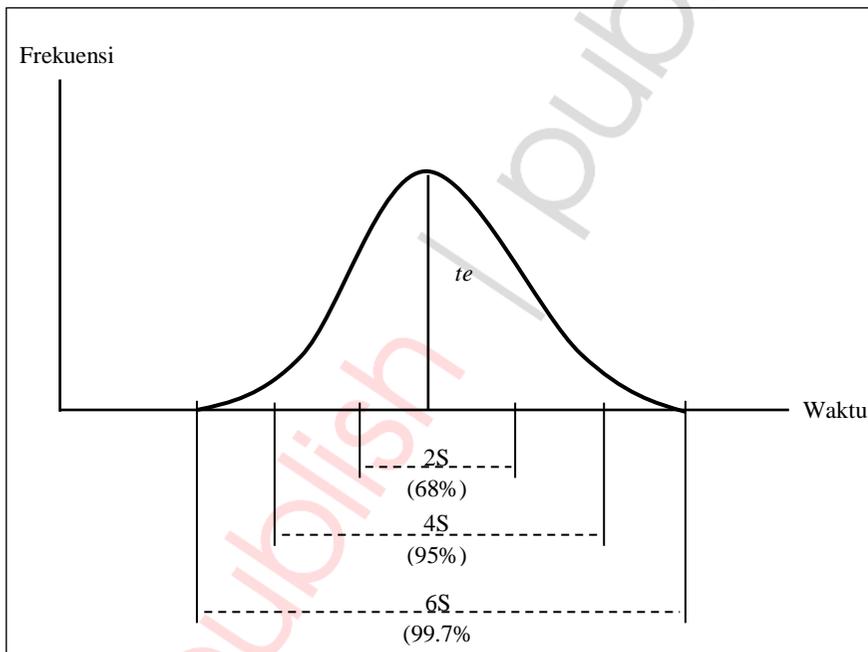
Dari contoh di atas terlihat bahwa meski pun kegiatan A dan B memiliki te sama besarnya, tetapi rentang waktu untuk A ($10 - 4 = 6$) jauh berbeda dibanding B ($14 - 2 = 12$). Ini berarti kegiatan B mempunyai derajat ketidakpastian lebih besar dibanding kegiatan A dalam kaitannya estimasi kurun waktu. Gambar 5.7 memperlihatkan bila contoh di atas disajikan dengan grafik.



Gambar 5.7 Derajat Ketidakpastian

Deviasi Standard dan Varians Peristiwa V (TE)

Di atas telah dibahas deviasi standard an varians v (te) untuk kegiatan dalam metode PERT. Selanjutnya, bagaimana halnya dengan titik waktu terjadinya peristiwa (*event time*). Berdasarkan teori *Central Limit Theorem* maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (*event time distribution curve*) bersifat simetris disebut Kurva Distribusi Normal. Kurva ini berbentuk genta seperti pterlihat pad gambar 5.8.



Gambar 5.8 Kurva Distribusi Nomal

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah sebagai berikut:

- Seluas 68 persen arena dibawah kurva terletak dalam rentang 2S.
- Seluas 95 persen area di bawah kurva terletak dalam rentang 4S.

- Seluas 99,7 persen arena di bawah kurva terletak dalam rentang 6S.

Selanjutnya, untuk menghitung varians kegiatan $V(te)$, varians peristiwa $V(TE)$ baik untuk *milestone* maupun untuk proyek secara keseluruhan, yang terdiri dari serangkaian kegiatan-kegiatan dengan rumus sebagai berikut:

1. $(TE)-4 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-3)$.
2. $V(TE)$ pada saat proyek dimulai = 0
3. $V(TE)$ peristiwa yang terjadi setelah suatu kegiatan tersebut berlangsung, adalah sama besar dengan $V(TE)$ peristiwa sebelumnya ditambah $V(te)$ kegiatan tersebut, bila rangkaian kegiatan tersebut tidak ada penggabungan.
 $V(TE)-2 = V(TE)-1 + V(te) 1-2$
4. Bila terjadi penggabungan kegiatan-kegiatan, total $V(TE)$ diperoleh dari perhitungan pada jalur dengan kurun waktu terpanjang atau varian terbesar.

Sekarang ditinjau bagaimana mengidentifikasi jalur kritis dan peristiwa proyek selesai, dengan memasukan faktor deviasi standar dan varians. Sebagai ilustrasi, sekali lagi dipakai, misal suatu proyek yang terdiri dari 7 (tujuh) kegiatan seperti tertera pada Gambar 5.5 dengan memasukan faktor deviasi standard dan varians.

Menghitung Varians (V) dan Deviasi Standar (S)

$$S = (1/6) (b - a)$$

$$V = S^2$$

Dari perhitungan terdahulu maka jalur kritis adalah 1-2-4-6-7 dengan total waktu:

$$(Te) - 7 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-4) + te(4-6) + te(6-7)$$

$$= 0 + 4 + 7 + 8 + 2 = 21$$

$$V(Te)-7 = V(TE)-1 + Vte(1-2) + Vte(2-4) + Vte(4-6) + Vte(6-7)$$

$$= 0 + 1,00 + 1,76 + 0,43 + 0,10 = 3,29$$

Tabel5.2 Tabulasi S dan V

Kegiatan	t_e	Deviasi Standar $S = 1/6 (b-a)$	Varians $V(te) = S^2$
1-2	4,0	1,00	1,00
2-3	2,0	0,16	0,03
2-4	7,0	1,33	1,76
3-5	5,0	1,00	1,00
4-6	8,0	0,66	0,43
5-6	8,0	0,33	0,10
6-7	2,0	0,33	0,10

Dari total varians $V(TE) = 3,29$ maka deviasi standar $S = \sqrt{3,29} = 1,81$ atau $3S = 5,43$. Jadi diperoleh angka untuk titik peristiwa selesainya proyek yaitu pada hari ke-21 (bila hari dipaki sebagai satuan waktu) dengan besar rentang $3S$ peristiwa 7 adalah 5,43. Atau dengan kata lain, kurun waktu penyelesaian proyek adalah $21 \pm 5,43$ hari. Dengan demikian dapat digambarkan kurva distribusi normal $(TE)-7$ seperti pada Gambar 5.9 kanan bawah. Dari ilustrasi dibawah terlihat bedanya hasil hitungan sebelum dan sesudah memasukan faktor deviasi standard an varians, yaitu peristiwa selesainya proyek mempunyai rentang waktu yang dlam contoh diatas sebesar $\pm 5,43$ hari. Akibat dari keadaan ini adalah perlunya pengamatan dan analisis yang seksama dalam mengidentifikasi jalur kritis terutama pada proyek yang memiliki sejumlah jalur subkritis.

5.7.5. Target Jadwal Penyelesaian (TD)

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milistonne*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik acap kali menginginkan suatu analisis untuk mengetahui kemungkinan/ kepastian mencapai taerget jadwal tersebut. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T (d) pada metode PERT dinyatakan dengan $z =$ dan dirumuskan sebagai berikut:

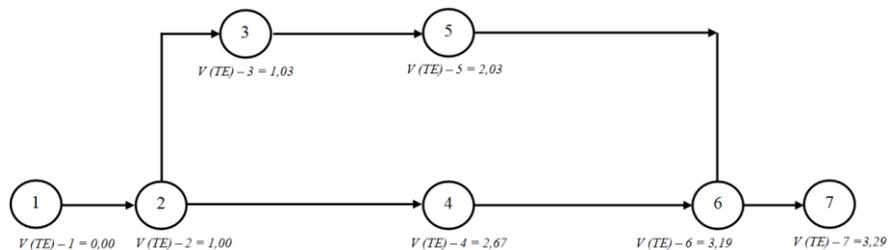
$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d)-(TE)}{s}$$

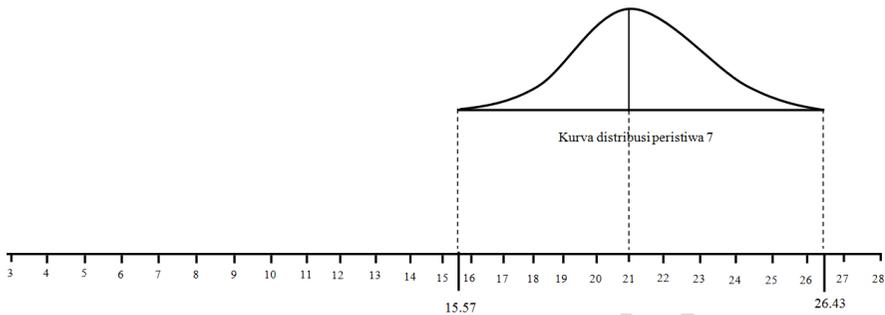
Sebagai ilustrasi dipakai contoh proyek seperti pada Gambar 5.9. Misalnya ditentukan target penyelesaian pada hari $T_d=20$, kemudian ingin diketahui sejauh mana target tersebut dapat dipakai.

Dihitung z :

$$z = \frac{T(d)-(TE)}{s} = \frac{20,0-21,0}{1,81} = \frac{-1,0}{1,81} = -0,55$$

Dengan angka z adalah $-0,55$ diperoleh angka probabilitas proyek selesai pada target $T_d = 20$ adalah sebesar 29,0 persen. Perlu ditekankan disini bahwa dalam menganalisa kemungkinan diatas dikesampingkan adanya usaha- usaha tambahan guna mempercepat penyelesaian pekerjaan, misalnya dengan penambahan sumber daya. Dengan diketahui indikasi berapa persen kemungkinan tercapainya target jadwal suatu kegiatan, maka hal ini merupakan informasi yang penting bagi pengelola proyek untuk mempersiapkan langkah-langkah yang diperlukan.





Gambar 5.9 Kurva Distribusi

5.7.6. Ringkasan Menghitung TE (*Milestone* Proyek selesai) dan Kemungkinan Mencapai Td (Target yang Diinginkan)

Garis besar urutan menghitung kemungkinan mencapai target dalam metode PERT adalah sebagai berikut:

1. Memberikan te untuk komponen masing-masing kegiatan angka estimasi a , b , dan m .
2. Menghitung te untuk masing-masing komponen kegiatan.
3. Identifikasi kegiatan kritis. Hitung kurun waktu penyelesaian proyek *milestone*, yaitu $TE = \text{jumlah } te \text{ kegiatan-kegiatan kritis}$.
4. Tentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa TE yang dimaksud. Dipakai rumus $V = (TE) = \text{jumlah } V(te) \text{ kegiatan kritis}$.
5. Sebagai langkah terakhir untuk menganalisa kemungkinan mencapai target $T(d)$ dipakai rumus:

$$z = \frac{T(d) - (TE)}{S}, \text{ dimana } S^2 = V(TE)$$

6. Dengan menggunakan tabel cumulative normal distribution function akan dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, TE kecuali sebagai peristiwa akhir proyek juga dapat berupa “*milestone*” atau peristiwa penting yang terjadi selama proyek berlangsung.

5.7.7. Jalur Kritis, Subkritis serta Perbandingan PERT dan CPM

Pada bab terdahulu, yang membahas kurun waktu penyelesaian proyek dengan metode CPM telah disebutkan adanya jalur kritis dan jalur hampir kritis atau subkritis. Selanjutnya, dijelaskan perlunya pengamatan dan analisis yang seksama atas jalur tersebut. Pada metode PERT, pengamatan dan analisis atas jalur kritis dan subkritis justru lebih ditekankan lagi. Hal ini terlihat pada saat analisis deviasi standar, varians tiap kegiatan pada jalur kritis dijumlahkan, dan dihitung akar padanya untuk mendapatkan angka deviasi standar peristiwa yang dimaksud (titik peristiwa *milestone* atau selesainya proyek). Seandainya total varians jalur subkritis lebih besar dengan angka perbedaan subtansial dari totalangka varians dijalur kritis, sedangkan angka *te* antara keduanya tidak terlalu besar, maka oleh sesuatu sebab ada kemungkinan jalur subkritis akan berubah menjadi kritis.

Simulasi Montecarlo

Salah satu prosedur yang dikenal sebagai *Simulasi Montecarlo* dengan menggunakan computer, dapat memperbaiki masalah identifikasi jalur kritis dan subkritis. Masing-masing kegiatan dianggap memiliki kurva distribusi beta dan kurun waktu kegiatan dipilih secara acak (*random*). Kemudian jalur yang berbentuk dari rangkaian kegiatan yang tersebut diatas yang memiliki kurun waktu terpanjang diidentifikasi dan dicatat kurun waktu maupun komponen kegiatannya. Prosedur di atas dilakukan ribuan kali sehingga dapat diamati kemungkinan berapa kali suatu kegiatan terletak pada waktu kritis. Berdasarkan pengamatan ini disusun distribusi waktu

penyelesaian proyek. Angka rata-rata kurun waktu penyelesaian proyek dan deviasi standar yang diperoleh dari simulasi ini lebih akurat disbanding dengan pendekatan konvensional yang telah dibahas terdahulu.

Kritik Terhadap PERT

Dari pembahasan metode PERT secara garis besar terlihat bahwa ketepatan hasil analisis untuk menentukan peristiwa penyelesaian proyek maupun konsen deviasi standar untuk melihat seberapa jauh kemungkinan mencapai target, semua itu tergantung pada ketepatan dalam memilih angka- angka tiga estimasi a , m , dan b .

Disinilah acapkali dialamatkan kritik yang berhubungan dengan metode PERT. Sering dijumpai estimator menggunakan angka-angka yang jauh dari realistis karena kurang pengalaman dalam bidangnya. Hasil perhitungan akhir akan jauh berbeda hanya karena estimator yang satu besikap optimis dan yang lainnya konservatif.

Perbandingan PERT dan CPM

Jika telah mengetahui kedua metode CPM dan PERT, maka dapat dibandingkan, aspek-aspek apa yang perlu diberi perhatian lebih besar dari aplikasinya. Dengan demikian, memberi pegangan dalam memilih metode mana yang hendak dipakai untuk merencanakan dan menyusun jadwal berbagai macam proyek. Seperti telah dijelaskan pada babterdahulu, keduanya termasuk klasifikasi diagram AOA (*activity on arrow*).

Satu hal lagi mengenai kedua metode tersebut adalah dengan adanya faktor varians maka pada PERT perlu diperhatikan jalur subkritis karena oleh sesuatu sebab mungkin menjadi kritis dengan segala akibatnya. Ini tidak ada pada CPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T. H. 1986. Prinsip-prinsip Network Planning. Jakarta: Gramedia.
- Ervianto, W. I. 2002. Manajemen Proyek Knstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Ervianto, W. I. 2004. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Mahendra, S. S. 2004. Manajemen Proyek-Kiat Sukses Mengelola Proyek. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Project Management Institute. 2000. *A Guide to The Project Management Body Of Knowledge, PMBOK Guide*. Newtown Square, Pennsylvania, USA.
- Rani, H. A. 2012. *Relationship Between The Nine Functions of Project Management and Project Success*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, No. 2, Vol. 1. Banda Aceh.
- Rani, H. A. 2013. *The Iron Triangle as Triple Constraints in Project Management*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh, No. 1, Vol. 2. Banda Aceh.
- Soeharto, I. 1997. Manajemen Proyek-Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 2001. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 2. Jakarta: Erlangga.

GLOSARIUM

Activity On Arrow (AOA): kegiatan yang digambarkan pada garis panah.

Activity On Node (AON) : kegiatan yang digambarkan pada node.

Cost engineering: area dari kegiatan *engineering* dimana pengalaman dan pertimbangan *engineering* dipakai pada aplikasi prinsip-prinsip teknik dan ilmu pengetahuan didalam masalah perkiraan biaya dan pengendalian biaya.

Critical Part Method (CPM): teknik penjadwalan waktu proyek dengan menganalisis jaringan kegiatan/aktivitas (metode jalur kritis).

Dummy: kegiatan semu.

Earliest Event Time (EET): waktu paling awal kegiatan dapat dikerjakan.

Float: waktu boleh terlambat.

Free Float (FF): jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja.

Independent Float: mengidentifikasi suatu kegiatan tertentu dalam jaringan kerja yang meskipun kegiatan tersebut terlambat tidak berpengaruh terhadap *Total Float* dari kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan berikutnya.

Interference Float (IF): bila suatu kegiatan menggunakan sebagian dari IF sehingga kegiatan nonkritis berikutnya pada jalur tersebut perlu dijadwalkan lagi (digeser) meskipun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Interupsi: kegiatan dihentikan sementara.

Jalur kritis: jalur terpanjang dalam diagram jaringan kerja yang mempunyai durasi paling lama.

Konstrain: menunjukkan hubungan antar kegiatan yang berkembang menjadi beberapa kemungkinan.

Lag: menjelaskan hubungan antara mulainya atau selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.

Lead : menjelaskan hubungan antara mulainya atau selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu.

Latest Event Time (LET): waktu paling akhir kegiatan yang dikerjakan.

Manajemen: proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan.

Manajemen proyek: merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Manajemen proyek konstruksi: pengelolaan suatu proyek konstruksi agar diperoleh hasil sesuai dengan sasaran yang telah ditentukan.

Manajemen integrasi proyek : mencakup proses-proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa berbagai elemen dari proyek dikoordinasikan dengan benar.

Manajemen lingkup proyek: pengelolaan seluruh kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh suatu proyek.

Manajemen biaya proyek: pengelolaan dana dan kegiatan proyek.

Manajemen waktu proyek: pengelolaan waktu yang meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal proyek.

Manajemen mutu proyek: pengelolaan kualitas proyek dengan menganalisis sumber daya serta jadwal, sampai kepada merencanakan dan mengendalikan aspek mutu pada tahap implementasi atau produksi.

Manajemen komunikasi proyek : pengelolaan komunikasi proyek.

Manajemen sumber daya proyek: pengelolaan sumber daya proyek.

Manajemen risiko proyek: mengidentifikasi secara sistematis jenis, jumlah, dan sumber timbulnya risiko selama siklus proyek, serta menyiapkan tanggapan yang tepat untuk menghadapi risiko tersebut.

Manajemen pengadaan proyek: pengelolaan pengadaan proyek.

Memimpin: proses mempengaruhi dan mengarahkan anggota atau kelompok organisasi untuk bekerja sama dengan sukarela yang berkaitan dengan tugasnya dalam rangka mencapai tujuan yang telah digariskan.

Milestone: tonggak kemajuan.

Most likely time: kurun waktu yang paling sering terjadi dibandingkan dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hamper sama (kurun waktu paling mungkin).

Network Planning: sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram jaringan kerja yang menggambarkan kegiatan / aktivitas-aktivitas pekerjaan.

Optimistic duration time: waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus (kurun waktu optimistik).

Overlapping: kegiatan yang tumpang tindih.

Pengendalian: 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.

Perkiraan biaya: seni memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu.

Pessimistic duration time: waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, bila segala sesuatunya serba tidak baik (kurun waktu pesimistik).

Precedence Diagram Method

(PDM) : jaringan kerja dengan kegiatan terletak di dalam *node* (*Activity On Node*).

Predecessor: pekerjaan terdahulu.

Probability: kemungkinan.

Project Evaluation and Review

Technique (PERT): suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek yang direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.

Project Management Body Of

Knowledge (PMBOK) : batang tubuh ilmu manajemen proyek.

Proyek : kegiatan sekali lewat, dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan.

Tim proyek: semua organisasi atau personil yang ikut aktif menangani penyelenggaraan proyek.

Time Schedule : rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan proyek dalam bentuk *bar chart*.

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

Triple Constraints: tiga kendala (anggaran, jadwal, mutu).