Bab 2
Landasan Teori

Dalam bab ini akan di tinjau beberapa teori yang akan digunakan sebagai dasar acuan untuk menganalisa persoalan yang dihadapi dalam menentukan langkah-langkah pemecahannya. Adapun teori-teori yang akan diajukan dan digunakan sebagai pendekatan dalam langkah-langkah pemecahan masalah akan diuraikan berikut ini.

2.1 Pengertian Proyek

Proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas

Dari pengertian diatas dapat maka terlihat adanya ciri pokok proyek sebagai berikut:

a. Bertujuan menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
b. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta criteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.
c. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesai tugas, titik awal dan akhirnya ditentukan dengan jelas.
d. Nonrutin, tidak berulang-ulang, jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung. (Iman Soeharto.1999:3)

2.2 Pengertian manajemen proyek

2.2.1 Pengertian Manajemen

Manajemen adalah ilmu dan seni mengatur proses pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber–sumber lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Dimana Unsur–unsur manajemen terdiri dari Man, money, methoda, machines, material dan market.

a. Dasar – dasar Manajemen

1. Adanya kerja sama di antara sekelompok orang dalam ikatan formal.
2. Adanya tujuan bersama serta kepentingan yang sama yang akan dicapai.
3. Adanya pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab yang teratur.
4. Adanya hubungan formal dan ikatan tata tertib yang baik.
5. Adanya sekelompok orang dan pekerjaan yang akan dikerjakan.
6. Adanya human organization

b. Tingkatan Manajemen

1. *First Line Managers* (Manajer Lini Pertama)

   Tingkatan yang terendah dalam sebuah organisasi dimana seseorang bertanggung jawab atas pekerjaan orang lain.
2. *Middle Line Managers* (Manajer Menengah)

   Mencakup lebih dari satu tingkatan atau jenjang dalam sebuah organisasi
3. *Top Managers* (Manejer Puncak)

   Sekelompok eksekutif yang termasuk kecil, bertanggung jawab atas keseluruhan manajemen dari organisasi yang bersangkutan.

Menurut *H.Kerzner* manajemen proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan untuk merencanakan, mengorganisasikan, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan atau organisasi untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan dalam waktu, tempat dan keadaan tertentu.

Salah satu pemikir manajemen modern, Henry Fayol (1841-1925), seorang indrustrialis perancis, adalah orang yang pertama menjelaskan secara sistematis bermacam-macam aspek pengetahuan manjemen dengan menghubungkan fungsi-fungsinya. Fungsi yang dimaksud adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan.

Fungsi manajemen menurut pengertian diatas dapat diuraikan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Merencanakan

Merencanakan berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan dating yang diperlikan untuk mencapai sasaran. Ini berarti langkah pertama adalah menentukan sasaran yang hendak dicapai, kemudian menyusun urutan langkah kegiatan untuk mencapainya. Berangkat dari pengertian ini, maka perencanaan dimaksudkan untuk menjembatani antara sasaran yang akan diraih dengan keadaan atau situasi awal. Salah satu kegiatan perencanaan adalah pengambil keputusan, mengingat hal ini diperlukan dalam proses pemilihan alternatif. Pada aspek perencanaan, baik manajemen proyek maupun manajemen klasik keduanya mengikuti hierarki perencanaan (sasaran-tujuan-strategi-operasional). Namun pada tahap operasional, manajemen proyek perlu didukung oleh suatu metode perencanaan yang dapat menyusun secara cermat urutan pelaksanaan kegiatan maupun penggunaan sumber daya bagi kegiatan-kegiatan tersebut, agar proyek dapat selesai secepatnya dengan menggunakan sumber daya yang sehemat mungkin.

Metode dan teknik yang dimaksud adalah Analisis Jaringan Kerja, seperti Metoda jalur kritis *(CPM)*, teknik pengkajian dan telaah *(PERT)*, dan metode *Preseden Diagram (PDM)*.

2. Mengorganisir

Dibuat susunan organisasi yang memacu terselenggaranya arus kegiatan horizontal maupun vertical, dengan tujuan dicapainya penggunaan sumber daya secara optimal untuk mencapai target kerja yang sudah direncanakan. Suatu catatan khusus mengenai arus horizontal, yaitu dasar pemikiran ini dimaksudkan untuk memperlancar proses pelaksanaan pekerjaan yang sering kali melibatkan sejumlah organisasi peserta proyek diluar dan didalam perusahaan.Yang dimaksud dengan arus horizontal adalah pengelola proyek dalam hal ini para manajer, tenaga ahli, pengawas dan lain-lain yang berhubungan dengan kegiatan

pelaksanaan proyek dalam rangka melaksanakan tugasnya, membuka hubungan satu dengan yang lain agar arus kegiatan dapat mengalir secara horizontal.

Sedangkan bila menggunakan arus vertikal, diperlukan waktu yang lama karena harus mengikuti prosedur birokrasi yang berlapis-lapis, yang semula dirancang untuk pekerjaan rutin operasional. Dengan menggunakan arus horizontal diharapkan pihak-pihak yang bersangkutan dapat langsung membicarakan masalah yang dihadapi serta tindak lanjut yang diperlukan demi keberhasilan pelaksanaan tugas yang diserahkan kepada mereka.

3. Memimpin

Pimpinan tunggal dari kelompok dan bagian organisasi yang diserahi tugas khusus (pada suatu proyek adalah kepala proyek), ia memimpin team dalam bentuk koordinasi dan integrasi yang arus kerjanya vertikal dan horizontal menyilangi lini atau struktur yang telah ada sebelumnya.

4. Mengendalikan

Dalam kegiatan proyek, diperlukan adanya keterpaduan antara perencanaan dan pengendalian yang relatif lebih erat dibandingkan dengan kegiatan yang bersifat rutin. Untuk itu digunakan metode yang sensitif, artinya dapat mengungkapkan atau mendeteksi penyimpangan sedikit mungkin. (Iman Soeharto1998:22).

2.3 Kompleksitas Dan Macam Proyek

Kompleksitas proyek tergantung dari hal-hal sebagai berikut:

1. Jumlah macam kegiatan didalam proyek.
2. Macam dan jumlah hubungan antar kelompok (organisasi) didalam proyek.
3. Macam dan jumlah hubungan antar kegiatan (organisasi) didalam proyek dengan pihak luar.

Jika Dilihat dari komponen kegiatan utamanya, maka proyek dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Proyek *Engineering-Konstruksi*

   Komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain *engineering,* pengadaan, dan kostruksi. Contoh proyek macam ini adalah pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri.

2. Proyek *Engineering-Manufaktur*

   Proyek ini dimaksudkan untuk menghasilkan produk baru. Jadi, produk tersebut adalah hasil usaha kegiatan proyek. Dengan kata lain, proyek manufaktur merupakan proses untuk menghasilkan produk baru. Kegiatan utamanya meliputi desain-*engineering,* pengembangan produk, pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

3. Proyek Penelitian Dan Pengembangan

   Proyek penelitian dan pengembangan bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu. Dalam mengejar hasil akhir, proyek ini seringkali menempuh proses yang berubah-ubah, demikian pula dengan lingkup kerjanya. Agar tidak melebihi anggaran atau jadwal secara substansial maka perlu diberikan batasan yang ketat perihal masalah tersebut.

4. Proyek Pelayanan Manajemen

   Banyak perusahaan memerlukan proyek semacam ini. Diantaranya:

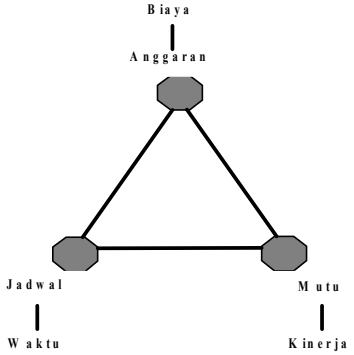
   a. Merancang sistem informasi manajemen.
   b. Merancang program efisiensi dan penghematan.
   c. Melakukan disversifikasi, penggabungan dan pengambil alihan.
   d. Proyek Kapital.

5. Proyek Kapital

   Berbagai badan usaha atau pemerintah memiliki kriteria tertentu untuk proyek kapital. Hal ini berkaitan dengan penggunaan dana kapital (istilah akuntansi) untuk investasi. Proyek kapital umumnya meliputi pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material dan peralatan, manufaktur (pabrikasi) dan konstruksi pemangunan fasilitas produksi.

2.4 Sasaran Proyek dan Tiga Kendala

Diatas telah disebutkan bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya rumah tinggal, jembatan, instalasi pabrik serta dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Didalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan diatas disebut *Triple Constraint* atau *Tiga Kendala.*



Gambar 2.1 Sasaran Proyek yang juga merupakan tiga kendala *(Triple Constraint)*Iman Suharto,1998:3

Seperti pada gambar 2.1 ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek, yaitu:

1. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan anggaran biaya yang telah ditetapkan. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal bertahun-tahun, anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek tetapi diuraikan kedalam komponen atau sub-unit yang telah ditentukan, dapat pula diuraikan per periode tertentu (misalnya perkuartal) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan.

2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasilnya produk baru maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

3. Mutu

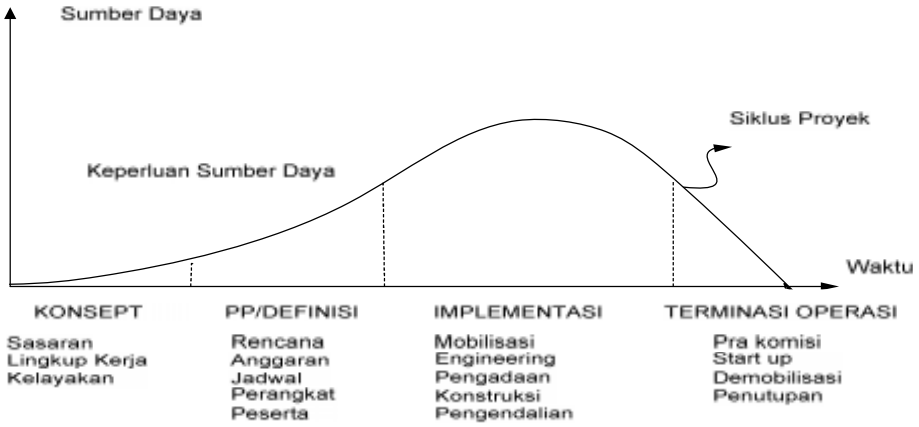
Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya akan berakibat pada naiknya biaya yang melebihi anggaran. Sebaliknya bila ingin menekan biaya, maka biasanya berkompromi dengan mutu dan jadwal. (Iman Soeharto.1998:3)

2.5 Dinamika Dalam Siklus Proyek

Telah disebutkan sebelumnya bahwa proyek berbeda-beda dalam hal kompleksitas, ukuran, dan sumber daya yang diperlukan. Meskipun demikian, setiap proyek memiliki pola tertentu yang merupakan cirri pokok yang melekat dan membedakannya dari kegiatan operasional rutin. Semakin besar dan kompleks suatu proyek, cirri tersebut makin terlihat. Cirri pokok ini dikenal sebagai dinamika kegiatan sepanjang siklus proyek *(Project Life Cycle)*.

Dalam siklus proyek, kegiatan berlangsung mulai dari titik awal, kemudian jenis dan intensitasnya meningkat sampai ke puncak (peak), turun, dan berakhir. Kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang, dana, material atau peralatan. Bila dibuat grafik dengan sumber daya pada sumbu vertikal dan waktu pada sumbu horizontal, maka akan terlihat siklus proyek sebagai garis lengkung dengan titik awal, puncak dan akhir, seperti Gambar dibawah ini.



Gambar 2.2. Hubungan Keperluan Sumber daya terhadap waktu dalam siklus proyek

Iman Suharto,1997:6

Disamping itu turun naiknya intensitas kegiatan, terjadi pula perubahan dalam aspek lain, seperti kualifikasi tenaga yang dibutuhkan. Misalnya, pada awal proyek diperlukan ahli-ahli perencanaan dan *engineering*, sedangkan menjelang akhir proyek lebih banyak memerlukan tenaga I lapangan. berbeda dengan kegiatan operasional rutin yang relative stabil, kegiatan proyek bersifat dinamis, terus berubah-ubah. Untuk mencapai penggunaan sumber daya yang efisien, perlu diusahakan agar tidak terjadi gejolak-gejolak yang tajam. Dengan demikian, seluruh kegiatan dalam siklus proyek merupakan rangkaian yang berkesinambungan menuju sasaran yang telah ditentukan. (Iman Soeharto1997:6).

2.6 Fungsi dan Proses Perencanaan, Pengendalian Proyek

Dari definisi manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi yang lain. Perencanaan merupakan proses mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Sedangkan fungsi pengendalian bermaksud memantau dan mengkaji agar langkah kegiatan terbimbing sesuai rencana yang telah ditetapkan. Disini terlihat hubungan antara fungsi perencanaan dan pengendalian.

Penjelasan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Sasaran

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

dari satu perencanaan dasar dan merupakan tonggak tujuan dari kegiatan pengendalian.

2. Standar dan Kriteria

   Dalam mencapai sasaran secara efektif dan efisien, perlu disusun standar, Kriteria atau spesifikasi yang dipakai sebagai salah satu tolok ukur untuk membandingkan dan menganalisis hasil pekerjaan.seperti:

   - Berupa satuan uang, seperti SRK / satuan unit pekerjaan.
   - Berupa jadwal, misalnya waktu yang ditentukan untuk mencapai *milestone*.
   - Berupa standar mutu, kriteria, dan spesifikasi, misalnya yang berhubungan dengan kualitas material, dan hasil uji coba peralatan.

3. Merancang sistem informasi

   Pada pengendalian proyek sangat diperlukan suatu sistem informasi dan pengumpulan data yang mampu memberikan keterangan yang cepat, tepat, dan kaurat.

4. Mengumpulkan data dan informasi

   Pengumpulan data dan informasi berguna pada saat pelaporan dan pemeriksaan dari hasil pekerjaan agar dapat memperoleh gambaran yang realistis.

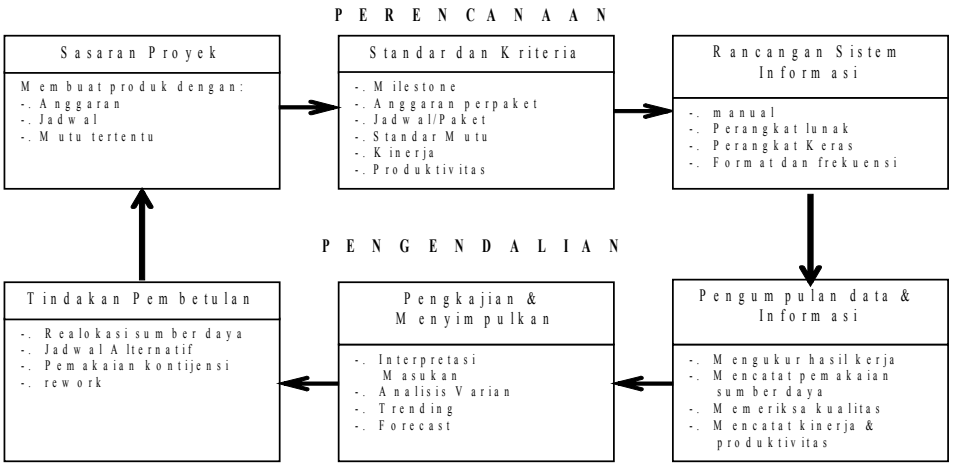
5. Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan

   Disini diasakan analisis tentang hasil yang diperoleh dengan standard an criteria yang telah ditentukan dan sebagai landasan dasar untuk tindakan pembetulan.

6. Mengadakan tindakan pembetulan

   Apabila dari hasil analisis terdapat suatu penyimpangan maka perlu diadakan langkah-langkah pembetulan.

Untuk itu dalam suatu pelaksanaan proyek selalu dibutuhkan suatu metoda perencanaan dan pengendalian yang mampu mengendalikan kondisi-kondisi yang ada serta mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki. Sebelum *Network Planning* diperkenalkan, tidak terdapat teknik atau prosedur yang cukup sistematis untuk merencanakan dan mengendalikan proyek serta untuk menilai hasilnya.



Gambar 2.3 Pola umum proses perencanaan dan pengendalian

Iman Suharto,1999:63

1. Teknik dan Metode Perencanaan

Dalam meningkatkan kualitas perencanaan proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode perencanaan dalam menyusun jadwal, antara lain bagan balok (*Bar-Chart)*, analisis Jaringan Kerja (*CPM, PERT, PDM dan lain-lain).*

Meskipun demikian mengingat teknik dan metode tersebut berfungsi sebagai alat, maka penggunaannya hendaknya memperhatikan hal-hal berikut:

- Ketepatan pemilihan teknik dan metode yang dipergunakan.
- Penguasaan sepenuhnya oleh perencana.

Pengalaman menunjukkan bahwa meskipun pada awalnya teknik-teknik dan metode-metode tersebut mendapat sambutan yang hangat namun hasilnya tidak cukup memuaskan, hal ini terutama karena kurangnya persiapan dalam hal melatih dan memberi pengertian kepada mereka yang langsung berurusan dengan penggunaan metode tersebut.

2. Perencanaan yang efektif

Perencanaan melibatkan dua factor yang berpengaruh besar terhadap keberhasilannya yaitu, kecakapan dan alat atau metodenya. Disamping itu, agar

suatu perencanaan berdaya guna maksimal diperlukan kondisi dan syarat tertentu. Syarat ini bila dipenuhi akan menggerakkan semua pihak yang berkepentingan untuk ikut serta secara aktif dalam proses pemahaman maksud dan arti dari perencanaan tersebut. Syarat serta kondisi itu antara lain:

a. Pencapaian perencanaan kepada semua pihak yang berkaitan dengannya. Bagi perencanaan strategis, management yang memiliki posisi pimpinan pelaksana hendaknya mengerti dan menguasai sepenuhnya akan maksud dan arti pelaksanaan.
b. Penjabaran perencanaan yang bersifat umum menjadi *action plan*. Untuk proyek penjabaran ini dikenal dengan rencana implementasi proyek (RIP).
c. Usahakan sejauh mungkin menggunakan parameter kuantitatif. Misalnya pada perencanaan jadwal proyek digunakan pencapaian milestone sebagai tolok ukur untuk menilai kemajuan pekerjaan.
d. Adanya pengkajian ulang *(review)* secara periodik. Hal ini disebabkan karena sifat kegiatan proyek yang dinamis, maka ada bagian-bagian yang mungkin belum sepenuhnya terantisipasi pada perencanaan terdahulu.
e. Penyusunan perencanaan yang realistis yang tidak terlalu optimis atau konservatif.
f. Dipikirkan suatu *contingency*, untuk menanggulangi situasi yang tidak terduga. Hal ini mencegah jangan sampai tersudut ke posisi yang tidak siap. (Iman Soeharto1999:118).

2.7 Quantity take-off dan harga satuan (teknik menyusun perkiraan biaya)

Diantaranya adalah *quantity take-off,* yaitu membuat perkiraan biaya dengan mengukur kuantitas komponen-komponen proyek dari gambar spesifikasi dan perencanaan. untuk maksud tersebut, prosedur yang ditempuh adalah:

a. klasifikasi komponen pekerjaan
b. deskripsi dari butir-butir komponen pekerjaan
c. dimensi dari butir-butir pekerjaan
d. memberi beban jam-orang
e. memberi beban biaya

Urutan komponen-komponennya disesuaikan dengan macam proyek, setelah daftar *quantity take-off* selesai dikerjakan, kemudian memberi perkiraan jam-orang dan pembebanan biaya yang diperlukan . penggunaan teknik ini harus menunggu sampai berbagai spesifikasi dan gambar-gambar yang diperlukan tersedia, demikian juga jam-orang dan harga-harga material yang bersangkutan.

1. Metode menggunakan harga satuan

Memperkirakan biaya berdasarkan harga satuan, dilakukan bilamana angka yang menunjukkan volume total pekerjaan belum dapat ditentukan dengan pasti, tetapi biaya per unitnya (permeter kubik, permeter persegi) telah dapat dihitung. Hal ini sering dijumpai pada pekerjan sivil seperti pembuatan jalan, membangun kanal, pekerjaan tanah, memasang pipa, dan lain-lain.

Praktek ini dipersiapkan disini adalah membuat paket kerja dan memberikan beban biaya pada paket kerja tersebut sehingga dapat diserahkan kepada pelaksana. Sebagai contoh adalah paket kerja dengan unit *price* nya yang rinciannya terdapat pada tabel dibawah ini.

Pekerjaan Memasang Pipa			
Komponen Kegiatan	**Perkiraan Jumlah**	**Harga Satuan (proposal)(Rp)**	**Total Harga Proposal (Rp ribu)**
1. Menggali tanah tempat pipa	25.000 m^3	2	50
Material			
Jam-orang			
2. Meletakkan Pipa dan memasang isolasi	5.000 m	20	100
Material			
Jam-orang			
3. Menimbun kembali	20.000 m^3	2.5	50
Material			
Jam-orang			
Total :			**200**

Tabel 2.1. Contoh paket kerja pemasangan pipa dengan harga satuan Iman Suharto,1998:141

Pada contoh diatas, satuan harga pekerjaan memasang pipa lengkap termasuk penggalian jalur pipa dan penimbunan kembali persatuan panjang ($m^{'}$) = (Rp.200 juta) (1/5.000) = Rp.40.000,00.

Misalnya pekerjaan sesungguhnya adalah 5.500m, maka biayanya adalah 5.500m x Rp.40.000,00 = Rp. 22.000.000,00. Persyaratan menyusun unit price suatu paket adalah pekerjaan desain engineering sudah sampai pada tahap tertentu, sehingga

dapat dilakukan penjumlahan material (*quantity of take-off*) dan jam-orang sebaik-baiknya. (Iman Soeharto1998:41).

2.8 Bagan Balok atau *Gantt Chart*

Pengelola proyek selalu mencari metoda yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian untuk menghadapi jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah. Usaha tersebut membuahkan hasil dengan ditemukannya metode bagan balok *(Bar-Chart)* dan analisis jaringan kerja *(Network Analisys)*, yaitu penyajian perencanaan dan pengendalian,khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis. Metode bagan balok oleh **H.L. Gantt (1917)** yang dialih bahasakan oleh **Iman Soeharto** dalam bukunya **Manajemen Proyek,** dianggap belum pernah ada prosedur yang sistematis dan analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek.

Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan pada saat pelaporan. Dewasa ini bagan balok masih digunakan secara luas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain. Hal ini disebabkan karena bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.

1. Menyusun bagan balok

Bagan balok dapat dibuat dengan cara manual atau dengan menggunakan computer, tersusun pada koordinat X dan Y. Disumbu tegak lurus Y, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan dilukiskan sebagai balok, sedangkan disumbu horizontal X, tertulis satuan waktu misalnya hari, minggu atau bulan. Disini waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada waktu pembuatan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lainnya . format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan kerja, skala, waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

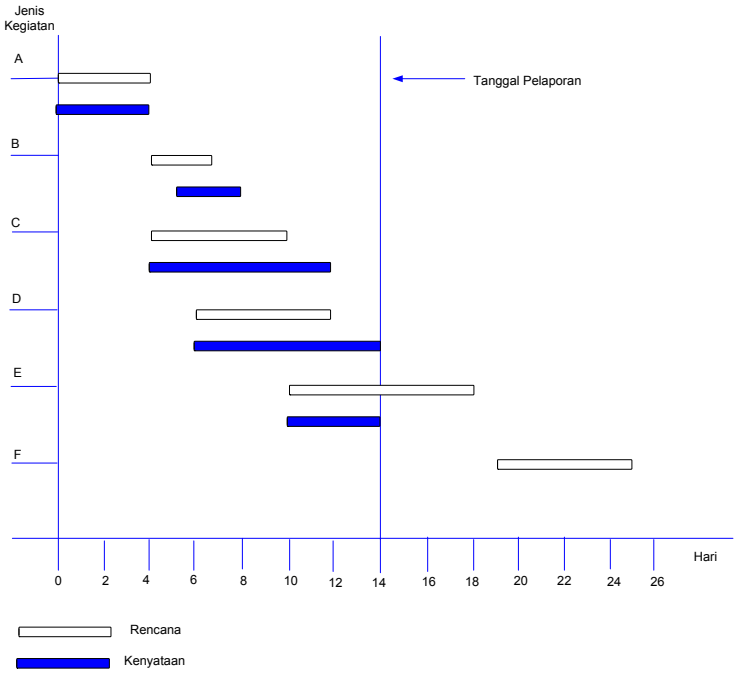
2. Milestone dan Jadwal Induk

Bagan balok seringkali dipakai untuk meyusun jadwal induk suatu proyek. Tergantung dari macam proyek, jadwal induk umumnya terdiri dari *20-30 milestone*. Milestone atau tonggak kemajuan (TK) adalah event yang mempunyai fungsi kunci dilihat dari pencapaian keberhasilan proyek dari segi jadwal. TK menandai waktu mulai atau akhir dari suatu kegiatan penting, yang bila terlambat akan mempunyai dampak negative yang cukup besar.

Beberapa event yang sering merupakan *milestone* dalam proyek EMK adalah penandatanganan kontrak, penyelesaian pembuatan pondasi, penyerahan peralatan utama dan lain-lain.

Kegiatan	Waktu yang diperlukan (hari)	
	Menurut Rencana	Kenyataan
A	4	4
B	3	3
C	5	8
D	6	belum tahu
E	8	belum tahu
F	5	belum tahu

Tabel 2.2. Perkiraan dari kenyataan waktu yang diperlukan untuk masing masing elemen pekerjaan



Gambar 2.4 Contoh Penyajian Perencanaan Proyek dengan metode Bagan Balok

Iman Suharto,1998:180

3. Keunggulan dan Kelemahan

Dari uraian dan contoh diatas terlihat bahwa metode bagan balok mudah dapat dipahami. Sangat berfaedah sebagai alat perencanaandan komunikasi. Bila digabungkan dengan metode lain, misalnya grafik "S" dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas.

Meskipun memiliki segi keuntungan tersebut, namun penggunaan metode bagan balok terbatas karena kendala berikut:

- ✓ Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antar satu kegiatan dengan yang lainnya, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- ✓ Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan *(updating),* karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal

tanpa adanya pembaharuan segera menjadi “kuno” dan menurun daya gunanya.

- ✓ Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu, dan memiliki keterkaitan tersendiri diantara mereka, sehingga mengurangi kemampuan kemajuan secara sistematis.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja, seperti halnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama, karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan para peserta proyek. (Iman Soeharto1999:180).

2.9 Jaringan Kerja atau *Network*

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode bagan balok, karena dapat memberikan jawaban atas pertanyaan yang belum terpecahkan dari metode tersebut, seperti:

a. berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek
b. kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek
c. bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Disamping itu jaringan kerja berguna untuk:

a. menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantugan yang kompleks
b. membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis
c. mengusahakam fluktuasi minimal penggunaan sumber daya.

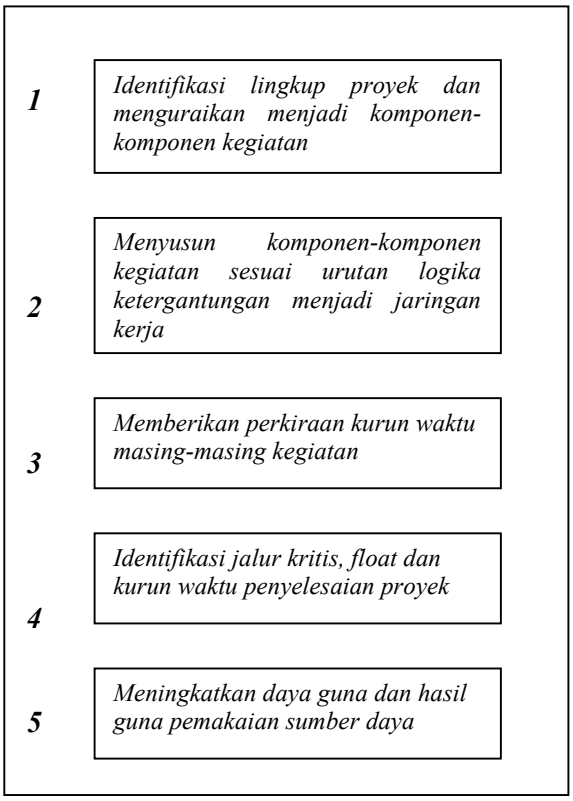
Metode jaringan kerja ini diperkenalkan menjelang akhir decade 1950-an, oleh suatu tim engineer dan matematika dari perusahaan Du-Pont bekerja sama dengan rent Corporation, dalam usaha mengembangkan suatu system control manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain engineering, konstruksi, dan pemeliharaan. Usaha-usaha ditekankan untuk mencari metode yang dapat meminimalkan biaya, dalam hubungannya dengan kurun waktu penyelesaian suatu kegiatan. Sistem tersebut kemudian dikenal sebagai metode jalur kritis, *(Critical Path Method-CPM)*.

Proses menyusun jaringan kerja oleh beberapa kepustakaan sering diasosiasikan dengan metodelogi manajemen proyek, terutama dalam aspek pengendalian dan perencanaan pendapat ini disebabkan karena luasnya jangkauan dalam proses menyusun jaringan kerja , yaitu berani mengkaji dan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan lingkup proyek, menguraikan menjadi komponen-komponen, sampai kepada menyusun kembali menjadi urutan yang didasarkan atas logika ketergantungan, sehingga semua ini memerlukan pengetahuan akan seluk beluk lingkup proyek yang sedang diamati.

Demikian pula halnya dengan penyediaan sumber daya untuk melaksanakan kegiatan serta prioritas mengalokasikannya. Proses menyusun jaringan kerja ini harus dilakukan berulang-ulang sebelum sampai pada suatu perencanaan atau jadwal yang dianggap cukup realistis. Pada proses diatas yang dilakukan dengan pendekatan sistematis dan pemikiran yang analitis, maka pelaksana dan pimpinan proyek mendapatkan gambaran dan pemikiran yang lebih jelas dan mendalam, tentang persoalan-persoalan mengenai proyek yang akan di hadapi dan oleh karenanya sering membuahkan keputusan keputusan yang realistis.

Dengan demikian, suatu jaringan kerja yang tersusun dengan benar akan memberikan suatu gambaran proyek, yang pada giliran selanjutnya merupakan sarana komunikasi yang efektif bagi semua pihak yang berkaitan dengan penyelenggara proyek disinilah letak hasil tidak langsung tetapi amat penting dari

penggunaan jaringan kerja sebagai metodelogi manajemen proyek.Metode jaringan kerja memungkinkan aplikasi konsep *Management By Exception*, karena metode tersebut dengan jelas mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis bagi proyek, terutama dalam aspek jadwal dan perencanaan. Umumnya kegiatan tidak lebih dari 20 persen dari total kegiatan proyek, dan dengan telah diketahuinya bagian ini maka pengelola dapat memberikan prioritas perhatian.Sistematika lengkap dari proses menyusun jaringan kerja sebagai berikut:



Gambar 2.5 Contoh Ringkasan langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja

Iman Suharto,1999:240

1. Langkah Pertama

   Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan atau memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.

2. Langkah Kedua

   Menyusun kembali komponen-komponen tersebut pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan. Urutan ini dapat berbentuk seri atau parallel.

3. Langkah Ketiga

   Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek, seperti tersebut pada langkah pertama. Terdapat perbedaan pokok dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan antara CPM dan PERT. Yang pertama menggunakan angka perkiraan tunggal atau deterministic sedangkan yang kedua memakai tiga angka perkiraan atau probabilistic.

4. Langkah Keempat

   Mengidentifikasi jalur kritis dan float pada jaringan kerja. Jalur kritis ialah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang bila terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada pada jalur ini dinamakan kegiatan kritis, sedangkan float adalah tenggang waktu suatu kegiatan tertentu yang tidak kritis dari proyek.

5. Langkah Kelima

   Bila semua langkah-langkah diatas telah diselesaikan, dilanjutkan dengan usaha –usaha merningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya, yang meliputi kegiatan sebagai berikut:

   - ✓ Menentukan jadwal yang paling ekonomis.
   - ✓ Meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

   Butir a ditujukan untuk memilih berbagai alternatif jadwal dilihat dari segi biaya, sedangkan butir b berusaha meningkatkan efisiensi pengelolaan proyek, dengan jalan sejauh mungkin mencegah terjadinya naik turun yang terlalu tajam dalam waktu yang relative singkat terhadap keperluan sumber daya, misalnya keperluan tenaga kerja. (Iman Soeharto1999:240).

2.10 Metode Jalur Kritis (CPM)

Pada metode jalur kritis atau CPM dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan, kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja. (Iman Soeharto1999:254).

2.11 Metode Preseden Diagram

Metode Preseden diagram adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi Activity *On Node (AON)* . Disini kegiatan dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian, *Dummy* yang ada dalam CPM merupakan tanda yang penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, didalam PDM tidak diperlukan.

Aturan dasar CPM mengatakan bahwa suatu aktivitas boleh dimulai setelah pekerjaan terdahulu *(Predecessor)* selesai, maka untuk proyek dalam rangkaian kegiatan yang tumpang tindih *(overlapping)* dan berulang-ulang akan memerlukan garis *dummy* yang banyak sekali, sehingga tidak praktis dan kompleks. (Iman Soeharto1999:279).

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam node yang berbentuk kotak segiempat. Definisi kegiatan dan peristiwa sama seperti pada CPM. Hanya perlu ditekankan di sini bahwa dalam PDM kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan peristiwa akhir. Ruang dalam node dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari

kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan *atribut*. Pengaturan denah (*layout*) kompartemen dan macam serta jumlah atribut yang hendak dicantumkan bervariasi sesuai keperluan dan keinginan pemakai. Beberapa atribut yang sering dicantumkan diantaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF, dan lain-lain).

Nomor Urut			
ES	Nama Kegiatan	Kurun Waktu (D)	EF
LS	(tanggal)	(tanggal)	LF

Kadang-kadang di dalam kotak node dibuat kolom kecil sebagai tempat mencantumkan tanda persen (%) penyelesaian pekerjaan. Kolom ini akan membantu mempermudah mengamati dan memonitor progres pelaksanaan kegiatan.

Nomor dan Nama Kegiatan	
Tgl. Mulai:ES/LS Tgl. Selesai:EF/LF	Kurun Waktu: (D) Float total: F
Progres Penyelesaian (%)	

✓ Konstrain, lead, dan lag

Telah disinggung diawal bab ini bahwa pada PDM, anak panah hanya sebagai penghubung atau memberikan keterangan hubungan antara kegiatan, dan bukan menyatakan kurun waktu kegiatan seperti hal nya pada CPM. Tetapi karena PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antarkegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikut nya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karna setiap node memiliki dua ujung, yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesa = (F), maka ada 4 macam konstrain, yaitu awal ke awal (SS), awal ke

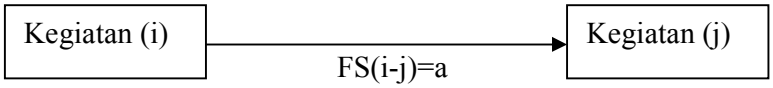
akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat tertunda (lag). Bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Konstrain Selesai ke Mulai – FS

Konstain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS(*i-j*) = a yang berarti kegiatan (*j*) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluianya (*i*) selesai. Proyek selalu menginginkan besar angka a sama dengan 0 kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu, misalnya:

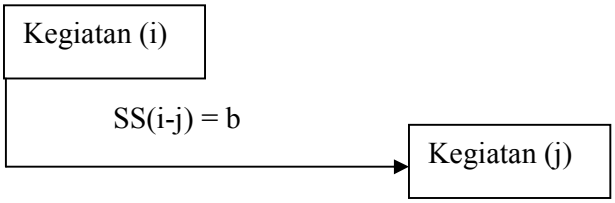
- ❖ Akibat iklim yang tak dapat dicegah.
- ❖ Proses kimia atau fisika seperti waktu pengeringan adukan semen.
- ❖ Mengurus perijinan.

Jenis konstain ini identik dengan kaidah utama jaringan kerja-CPM atau PERT yaitu suatu kegiatan dapat mulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.



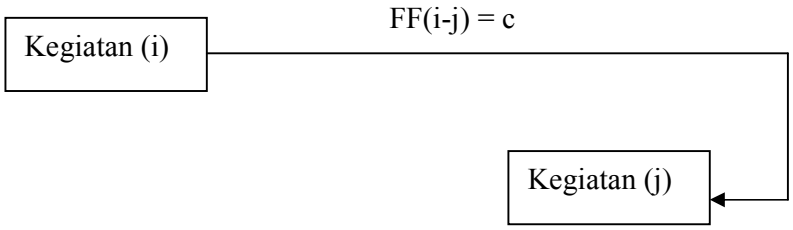
2. Konstain Mulai ke Mulai – SS

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau SS(*i-j*) = b yang berarti suatu kegiatan (*j*) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (*i*) mulai. Konstain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (*j*) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (*i*) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan tedahulu, karena per definisi b adalah sebagaian dari kurun waktu kegiatan tedahulu. Jadi, di sini terjadi kegiatan tumpang tindih.



3. konstrain selesai ke selesai – FF

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatun kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau FF(i-j) = c yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai.konstrain semacam ini mencegah selesai nya suatu kegiatan mencapai 100%, sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (=c) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiata yang bersangkutan (j). Dari gambar 13-12c sebagai contoh terlihat bahwa kegiatan (j) boleh mulai sembarang waktu, tetapi pada waktu kegiatan (i) selesai,harus masih ada porsi kegiatan (j) yang belum selesai. jadi, misalkan selesai nya kegiatan (i) terlambat, maka selesainya kegiatan (j) ikut terlambat.



4. Konstrain mulai ke selesai – SF

Menjelaskan hubungan antara sulesai nya kegiatan dengan mulai nya kegiatan tedahulu. Dituliskan dengan SF (i-j) = d, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah dihari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi, dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksut boleh diselesaikan.



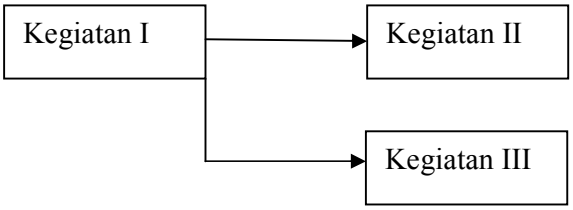
Tanda konstrain dalam jaringan kerja:

- Gambar-gambar di atas memperlihatkan penulisan konstrain pada PDM, yaitu dicantumkan diatas anak panah yang menghubungkan dua kegiatan. Kadang dijumpai satu kegiatan memiliki hubungan konstrain dengan lebih

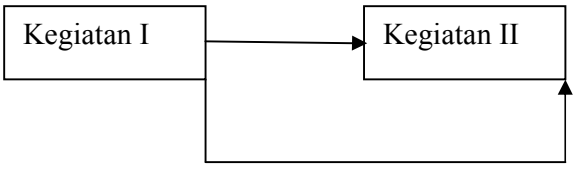
dari satu kegiatan seperti ditunjukkan oleh gambar 13-24a atau suatu multi konstrain, yaitu dua kegiatan dihubungkan oleh lebih dari satu kontrain seperti pada gambar 13-24b. Jadi, dalam menyusun jaringan PDM, khususnya menentukan urutan ketergantungan, mengingat adanya bermacam konstrain diatas, maka lebih banyak faktor harus diperhatikan dibanding CPM. Faktor ini dapat dikaji misalkan dengan menjawab berbagai pertanyaan sebagai berikut:

- Kegiatan mana boleh mulai, sesudah kegiatan tertentu a selesai, berapa lama jarak waktu antara selesai nya kegiatan a dengan mulai nya kegiatan berikutnya.
- Kegiatan mana harus diselesaikan, sebelum kegiatan tertentu boleh mulai, berapa lama tenggang waktunya.
- Kegiatan mana harus mulai sesudah kegiatan tertentu c mulai dan berapa lama jarak waktunya.

Pertanyaan-pertanyaan diatas merupakan bagian dari serentetan faktor-faktor yang perlu dianalisis seblum mulai menyusun jaringan PDM.



Gambar 13-24a satu kegiatan mempunyai hubungan konstain dengan lebih dari satu kegiatan yang berbeda.

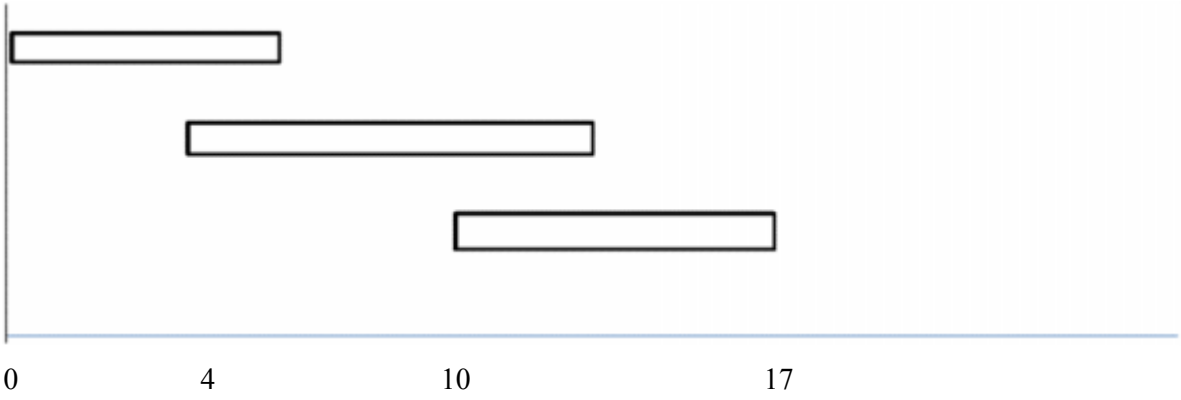


Gambar 13-24b Multikonstrain anatar kegiatan

✓ Menyusun jaringan PDM

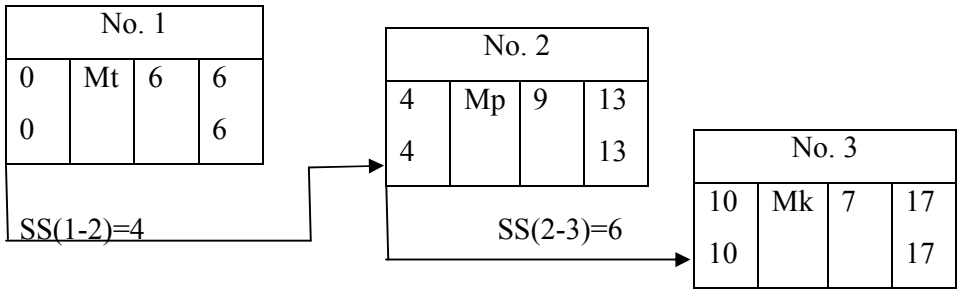
Setelah membahas terminologi, atribut, dan parameter yang berkaitan dengan PDM maka gambar 13-25c adalah contoh PDM suatu proyek terdiri dari tiga kegiatan lengkap dengan atribu dan parameter yang bersangkutan, yang semula disajikan dalam bentuk AOA seperti gambar 13-25a. Sedangkan potensi penghematan waktu, dijelaskan dengan metode bagan balok bersekala waktu yaitu pada gambar 13-25b.

Bila kegiatan di atas dikerjakan tumpang tindih, hasilnya akan mempersingkat waktu. Misalnya, seperti gambar 13-25b yang disajikan dengan balok, terlihat bahwa penyelesaian proyek total berkurang menjadi 17 hari. Hal ini disebabkan adanya tumpang tindih antara kegiatan Mt dengan Mp dan Mp dengan Mk, yaitu setelah Mt berjalan selama 4 hari maka kegiatan Mp mulai. Demikian halnya dengan Mk terhadap Mp, yaitu setelah Mp berjalan 6 hari, mulailah kegiatan Mk. Jadi mulailah kegiatan yang satu tidak menunggu kegiatan yang lain selesai 100%.



Gambar 13-25b kegiatan tumpang tindih, penyelesaian proyek total = 17

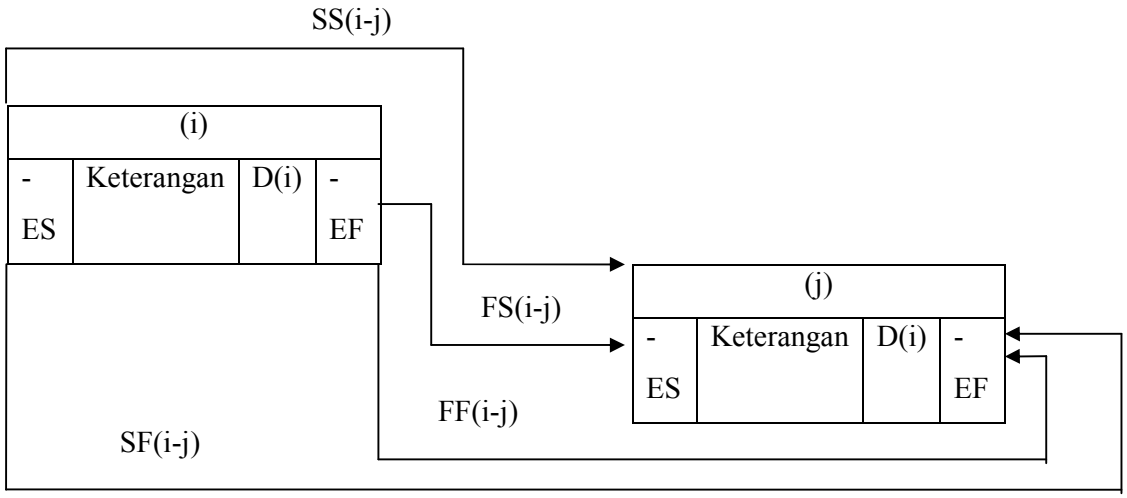
Bila gambar 13c-6b disajikan dengan PDM/AON akan terlihat seperti gambar 13-25c. Penyelesaian proyek total = 17 hari.



Gambar 13-25c kegiatan seperti pada gambar 13-25a/b disusun menjadi PDM/AON.
Penyelesaian total=17

✓ Identifikasi jalur kritis

Dengan adanya parameter yang bertambah banyak, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Untuk maksut tersebut, dikerjakan analisis serupa dengan metode AOA/CPM, dengan memperhatikan konstrain yang terkai, seperti terlihat pada gambar 13-26.



Gambar 13-26 Menghitung ES dan FS

➢ Hitungan maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-halsebagai berikut.

- Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung.

- Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu (predecessor) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- Waktu awal dianggap nol.

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

$$ES(j) = \text{pilih angka terbesar dari} \begin{cases} ES(i) + SS(i\text{-}j) \text{ atau} \\ ES(i) + SF(i\text{-}j) \text{ atau} \\ EF(i) + FS(i\text{-}j) \text{ atau } EF(i) + FF(i\text{-}j) - D(j) \end{cases}$$

2. Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau EF(j), adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut ES(j), ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan D(j). Atau ditulis dengan rumus, menjadi:

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

➢ Hitung mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Menentukan LS, LF dan kurun waktu float.
- Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikut nya.

1. Hitung LF(i),waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau,yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan.
2. Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditijau LS(i), adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut LF(i), dikurangi kurun waktu yang bersangkutan.atau

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

➢ Jalur kegiatan kritis

Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sama seperti CPM/ AOA, yaitu:

- Waktu mulai paling awal dan akhis harus sama ES =LS
- Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama EF =LF
- Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulain paling awal LF – ES = D
- Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

✓ **Contoh Menghitung Dan Menyusu Jaringan PDM**

Ilustrasi dibawah ini memberikan petunjuk sebagaimana mempergunakan rumus-rumus di atas, guna menyusun jaringan PDM dari suatu informasi tertentu yang telah diketahuin. Misalnya, sebagai berikut:

- Proyek terdiri dari enam kegiatan A,B,C,D,E dan F dengan no urut 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.
- Kurun waktu kegiatan tercantum pada tabel 13-16.
- Telah diketahui pula konstrain antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan.

Tabel 13-16 Data proyek terdiri dari enam kegiatan yang diminta untuk disusun dalam bentuk PDM.

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
			SS(4-5) = 4
6	F	8	SS(5-6) = 5

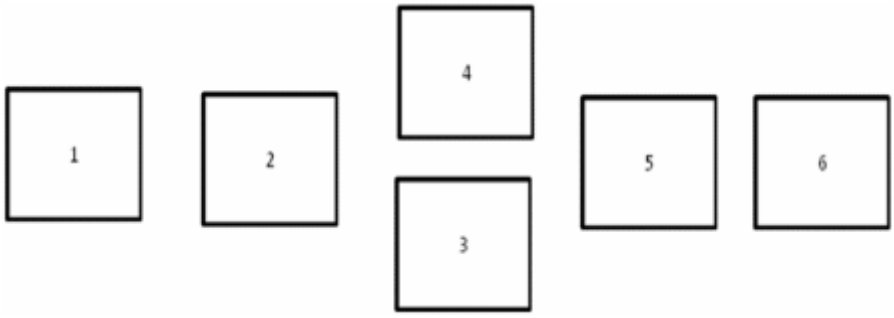
Diminta menyusun jaringan PDM, menentukan jalur kritis dan kurun waktu penyelesaian proyek.

Untuk menjawab soal diatas dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan. Jadi, dalam hal ini akan terdapat enam node, dengan kurun waktu yang bersangkutan.
2. Menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain.
3. Menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi atribut dan simbul yang diperlukan.
4. Menghitung ES, EF, LS, dan LF untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, float, dan waktu penyelesaian proyek.

Perincian langkah-langkah yang diantas adalah sebagai berikut:

1. Membuat denah node sesuai jumlah kegiatan seperti diperlihatkan pada gambar 13-28.



Gambar 13-28 Denah node proyek sesuai Tabel 13-16

2. Menentukan kegiatan, konstrain, dan melengkapinya dengan atribut

Langkah berikutnya menghitung ES, LS, EF, dan LF sebagai berikut:

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) + D(B) = 3 + 6 = 9

- Kegiatan C

  EF(3) = pilih angka terbesar dari EF(2)+FF(2-3)-D(C)=9+2-6=5

  EF(1)+FS(1-3)=5+2=7

  EF(3) = ES (3) + D(C) = 7 + 7 = 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)= pilih angka terbesar dari ES(4)+SS(4-5)=7+4=11

  EF(2)+FS(2-5)=9+1=10

  ES(3)+SF(3-5)-D(E)=7+9-6=10

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

- Kegiatan F

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

  EF(6) = ES(6) + D(F) = 16 + 8 = 24

Hitungan 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) = 16 – 5 + 6 = 17

  LS(5) = LF(5) – D(E) = 17 – 6 = 11

- Kegiatan D

  LF(4) = LS(5) – SS(4 - 5) + D(D) = 11 – 4 + 7 = 14

  LS(4) = LF(4) – D(D) = 14 – 7 = 7

- Kegiatan C

  LF(3) = LF(5) – SF(3 -5) + D(C)= 17 – 9 + 6 = 14

  LS(3) = LF(3) – D(C) = 14 – 6 = 8

- Kegiatan B

  LF(2) = LF(3) – FF(2 - 3) = 14 – 2 =12

  LF(2) = LS(2) – FS(2 - 5) = 11 – 1 =10

  LF(2) = LF(4) – SF(2 - 4) + D(B)= 14 – 11 + 6 = 9

Dipakai angka yang 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

Akhir nya, setelah angka-angka ES, EF, LS, dan EF dimasukkan kedalam node yang bersangkutan, maka diperoleh diagram PDM yang lengkap seperti pada gambar 13-30.

- Jalur kritis dan float

Kegiatan C bukanlah kegiatan kritis karena LS tidak sama besar dengan ES, demikian juga LF tidak sama besar dengan EF. Float kegiatan C = LF(3) LS – ES = 14 – 13 = 8 -7 = 1.jalur kritis mengikuti rangkaian kegiatan dengan konstrain sebagai berikut.

A ⟶ SS(1-2) ⟶ B ⟶ SF(2-4) ⟶

0 +3 0 +11

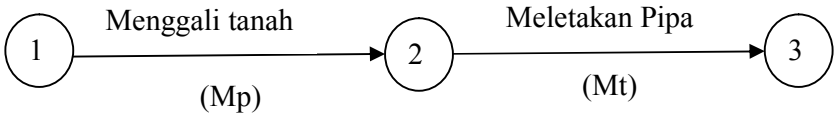
D ⟶ SS(4-5) ⟶ E ⟶ SS(5-6)⟶ F

-7 +4 0 +5 8= 24

Terlihat bahwa angka 24 hari lebih kecil dari pada angka masing-masing kegiatan kritis bila dijumlahkan (5 + 6 + 7 + 6 + 8 = 32). Hal ini karena kegiatan-kegiatan tersebut tumpang tindih.

✓ Interupsi Kegiatan

Oleh karena alasan tertentu, dalam PDM kadang-kadang dijumpai suatu kegiatan dihentikan dan pelaksanaan selanjutnya dari sisi kegiatan tersebut ditunda. Hal ini dikenal sebagai splitting atau intrupsi. Contoh dibawah ini menjelaskan hal tersebut.



Gambar 13-31a proyek terdiri dari dua kegiatan, yaitu menggali tanah dan meletakan pipa.

Kedua kegiatan menggali tanah dan meletakkan pipa dikerjakan secara tumpang tindih mengikuti konstrain antara keduanya. Penyajian denganPDM pada gambar 13-31b dan analisis selanjutnya dengan CPM/AOA pada gambar 13-31c, akan mengungkapkan beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu adanya interupsi pada pekerjaan memasang pipa 4-5-6. Ini disebabkan karena konstrain SS(1 - 2) = 3, sehingga pekerjaan meletakkan pipa harus dimulai 3 hari (bila dipakai hari sebagai satuan waktu) setelah pekerjan menggali tanah mulai. Jadi, konstrain ini menentukan kedudukan peristiwa E(4). Adapun konstrain lain, yaitu FF(1 - 2) menentukan kedudukan E(6), dimana pekerjaan memasang pipa harus selesai 4 hari setelah pekerjaan menggali tanah selesai E(3). Sehingga peristiwa E(6) jatuh pada hari ke- 15 (11 + 4), dan peristiwa E(5) yang waktunya sama dengan E(3), haruslah terjadi pada hari ke-11. Akibatnya, memasang pipa 4-5-6 mengalami penundaan atau berhenti selama 3 hari (15 – 5 – 4 – 3 = 3). Pada contoh diatas jalur kritis adalah 1 – 2 – 3 – 5 – 6 dengan total waktu 15 hari.umum nya dikatakan konterupsi terhadap kegiatan yang bersangkutan menghasilkan EF dan ES atau LF dan LS, yang perbedaan nya melebihi kurun waktu kegiatan

tersebut.untuk contoh di atas, hal ini terlihat konstrain-konstrain FF(1 - 2) menentukan EF dan SS(1 - 2) menentukan ES pekerjaan meletakkan pipa, dimana angka EF – ES = 15 – 3 = 12 lebih besar dari kurun waktu pekerjaan yang besangkutan (= 9). Dan ini mengakibatkan intrupsi selama 12 – 9 = 3 hari.

- ✓ Pengaruh interupsi terhadap pekerjaan

Dalam praktek di lapangann, adanya interupsi demikian sering menurunkan produktivitas tenaga kerja.oleh karenanya, misalnya untuk contoh di atas, dengan memper panjang kurun waktu kegiatan meletakkan pipa dari 9 hari menjadi 12 hari, (13 – 31d) dengan mengurangi jumlah tenaga dan sumber daya yang dipergunakan. Atau mengundurkan mulainya pekerjaan meletakkan pipa dari hari ke-3 menjadi hari ke-6.cara pertama mungkin berpengaruh terhadap efisiensi pekerjaan,sedangkan cara kedua harus diteliti betul-betul apakah tidak berakibat penyelesaian proyek secara keseluruhan. Ini terjadi, misal nya pada hari ke-4 plaksanaan proyek, telah direncanakan memulainpekerjaan inspeksi pipa-pipa yang diletakkan diparit galian. Jadi, kalau pekerjaan meletakkan pipa dimulai pada hari ke-6, maka pekerjaan inspeksi belum dapat dimulai, sehingga akan mengacaukan jadwal pekerjaan inspektor, demikian pula terhadap jadwal penyelesaian proyek.

2.12 Kombinasi Bagan Balok dan Kurva S

Kurva S adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek.

Salah satu teknik pengendalian kemajuan proyek adalah memakai kombinasi grafik S dan tonggak kemajuan (milestone). Milestone adalah titik yang menandai suatu peristiwa yang dianggap penting dalam rangkaian pelaksanaan pekerjaan proyek. Peristiwa itu dapat berupa saat mulai atau berakhirnya pekerjaan. Arti penting ini, misalnya, dihubungkan dengan keterkaitan peristiwa tersebut dengan pekerjaan yang tidak dapat dimulai atau dilanjutkan sebelum milestone terlaksana. Sebagai contoh, pekerjaan pembuatan pondasi proyek pembangunan perumahan. Sebelum pondasi selesai, pekerjaan lain seperti membuat lantai mendirikan dinding belum dapat dimulai, sehingga akhir dari pembuatan pondasi tersebut merupakan milestone.

Titik milestone ditentukan pada waktu menyiapkan perencanaan dasar yang disiapkan sebagai tolok ukur kegiatan pengendalian kemajuan proyek. Penggunaan milestone yang dikombinasikan dengan grafik S amat efektif untuk mengendalikan pembayaran berkala. (Iman Soeharto1999:255).