

**BCE 03/ MANAGEMEN PROYEK**

**PELAKSANAAN PEKERJAAN GEDUNG  
(BUILDING CONSTRUCTION ENGINEER)**



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**  
BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI DAN SUMBER DAYA MANUSIA  
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONSTRUKSI

## DAFTAR ISI

	halaman
Lembar Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Lembar Tujuan .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Tabel .....	vii
 <b>BAB I     PENDAHULUAN .....</b>	 <b>1</b>
 <b>BAB II    STRUKTUR DAN ORGANISASI PROYEK .....</b>	 <b>2</b>
A.   Mengorganisir Proyek .....	2
B.   Struktur Organisasi .....	2
C.   Organisasi Proyek .....	4
 <b>BAB III   PEMBUATAN PROGRAM PELAKSANA PROYEK .....</b>	 <b>12</b>
A.   Tujuan dan Dasar program Kerja .....	12
B.   Pembuatan Program Kerja .....	13
 <b>BAB IV    ANALISA JARINGAN KERJA .....</b>	 <b>15</b>
A.   dasar-dasar Analisa jaringan Kerja .....	15
B.   Menggambar Diagram jaringan Kerja .....	15
C.   Logika Ketergantungan dari Kegiatan .....	16
D.   Uraian tentang Waktu dalam Network .....	18
E.   Network CPM dan PERT .....	19
 <b>BAB V     PENGGUNAAN NETWORK CPM .....</b>	 <b>23</b>
A.,   Struktur penjabaran Kegiatan .....	23
B.   Pembuatan Jaringan Kerja .....	24

<b>BAB VI</b>	<b>METODE KONSTRUKSI.....</b>	<b>31</b>
A.	Metode Konvensional.....	31
B.	Metode Pra Pabrikasi.....	33
C.	Metode " <i>Top Down Construction</i> ".....	39
D.	Metode " <i>Up-Down Construction</i> ".....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>43</b>

## BAB II

### STRUKTUR DAN ORGANISASI PROYEK

#### A. Mengorganisir Proyek

Mengorganisir adalah mengatur dan memberdayakan semua unsur sumber daya yang dimiliki perusahaan, seperti: sumber daya manusia, material, peralatan, dana, dan lain-lainnya didalam satu gerak dan arah dalam rangka mewujudkan tujuan perusahaan secara efektif dan efisien. Mengorganisir proyek merupakan suatu proses yang terdiri dari kegiatan-kegiatan:

1. Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan seluruh pekerjaan yang ada didalam suatu proyek mulai dari perencanaan sampai kepada pelaksanaan konstruksi. Hal ini perlu dilakukan supaya bisa diperoleh data tentang jenis, macam pekerjaan, dan volume pekerjaan yang akan dilaksanakan dalam rangka menyiapkan sumber daya yang diperlukan dan penjadwalan.
2. Mengelompokkan pekerjaan menjadi beberapa bagian termasuk biaya, jadwal, dan mutu pekerjaan yang dikehendaki untuk didistribusikan kepada individu atau kelompok yang diberi tugas untuk mengerjakannya.
3. Menyiapkan pihak-pihak yang akan menerima tugas mulai dari memilih keterampilan dan keahlian individu atau kelompok, menjelaskan jenis pekerjaan dan sasaran yang ingin dicapai sesuai dengan tugas dan tanggung jawabnya. Setiap kelompok harus mengetahui batasan tugas, tanggung jawab dan wewenangnya supaya tidak terjadi kegiatan yang tumpang tindih atau duplikasi.
4. Menyusun mekanisme koordinasi supaya semua bagian pekerjaan proyek yang ditangani oleh semua pihak tersebut bisa mencai sasaran secara utuh.

#### B. Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah suatu sarana agar proses pelaksanaan proyek bisa berjalan dengan baik sesuai dengan rencana yang telah disusun dan disepakati bersama. Struktur organisasi menggambarkan hubungan formal setiap bagian yang menunjukkan : Macam-macam pokok kegiatan organisasi, pembagian menjadi kelompok atau sub sistem, adanya hirarki dan wewenang serta tanggung jawab bagi

kelompok, adanya pimpinan, pengaturan kerjasama, jalur pelaporan, dan komunikasi baik vertikal maupun horizontal.

Struktur organisasi proyek pekerjaan gedung pada umumnya berupa struktur organisasi fungsional dimana organisasi terdiri dari beberapa bagian berdasarkan fungsinya masing-masing.

#### 1. Ciri-ciri organisasi fungsional

Organisasi fungsional memiliki struktur piramidal, dengan konsep otoritas dan hirarki vertikal yang memiliki sifat-sifat seperti berikut:

- a. Prinsip komando tunggal dimana masing-masing personil hanya memiliki satu atasan.
- b. Setiap personil mempunyai tanggungjawab dan wewenang yang jelas.
- c. Arus informasi dan pelaporan bersifat vertikal.
- d. Hubungan kerja horizontal diatur dengan prosedur kerja, kebijakan dan petunjuk pelaksanaan.
- e. Mekanisme koordinasi antar unit bula perlu, dilakukan dengan rapat-rapat atau membentuk panitia perwakilan.

#### 2. Keunggulan struktur organisasi formal

Struktur organisasi formal memiliki keunggulan-keunggulan seperti berikut:

- a. Memudahkan pengawasan dan penyeliaan karena personil melapor hanya kepada satu atasan.
- b. Adanya potensi meningkatkan keterampilan dan keahlian individu serta kelompok untuk menjadi spesialis pada bidangnya.
- c. Konsentrasi personil terpusat pada bidang yang bersangkutan.
- d. Penggunaan sumber daya yang semakin efisien sebagai akibat pekerjaan yang sejenis dan berulang-ulang.
- e. Memudahkan pengendalian personil, biaya, jadwal dan mutu produk.

#### 3. Keterbatasan struktur fungsional

Keterbatasan struktur organisasi formal adalah:

- a. Cenderung memprioritaskan kinerja dan keluaran (output) masing-masing bidang. Hal ini dapat mengurangi perhatian tujuan perusahaan secara menyeluruh.
- b. Makin besar organisasi, makin panjang prosedur pengambilan keputusan. Ini memungkinkan terjadinya disrorsi informasi dan urgensi.

- c. Sulit mengkoordinasikan dan mengintegrasikan pekerjaan yang multidisiplin dan melibatkan banyak pihak di luar organisasi.
- d. Kurangnya jalur komunikasi horisontal

### **C. Organisasi Proyek**

#### **1. Pembentukan organisasi proyek**

Pembentukan organisasi proyek harus memperhatikan berbagai faktor dan persyaratan yang berkaitan dengan pencapaian tujuan suatu organisasi. Dalam menyusun organisasi proyek, disamping harus memenuhi syarat umum sebagaimana layaknya organisasi formal penyusunan ini harus pula memenuhi keinginan agar struktur organisasi tersusun sedemikian rupa sehingga konsep manajemen proyek dapat diterapkan dan dijalankan sebaik-baiknya. Adapun unsur-unsur konsep manajemen proyek yang berkaitan erat dan perlu dicerminkan dalam struktur organisasi proyek adalah:

- a. Arus horisontal, disamping arus vertikal.
- b. Penanggung jawab tunggal atas terselenggaranya proyek.
- c. Pendekatan sistem dalam perencanaan dan implementasi.

Pada berbagai macam struktur organisasi proyek dewasa ini, unsur-unsur tersebut di atas biasanya sudah tertampung. Misalnya adanya arus horisontal pada organisasi matriks, tersedianya posisi pimpro yang merupakan penanggung jawab tunggal, serta tersedianya tim inti sebagai integrator agar terlaksana pendekatan sistem dalam perencanaan dan implementasi. Tentu saja untuk menangani proyek tertentu masih harus dikaji faktor-faktor spesifik dari proyek tersebut dan situasi (kebijakan, kultur) dari organisasi yang hendak menangani.

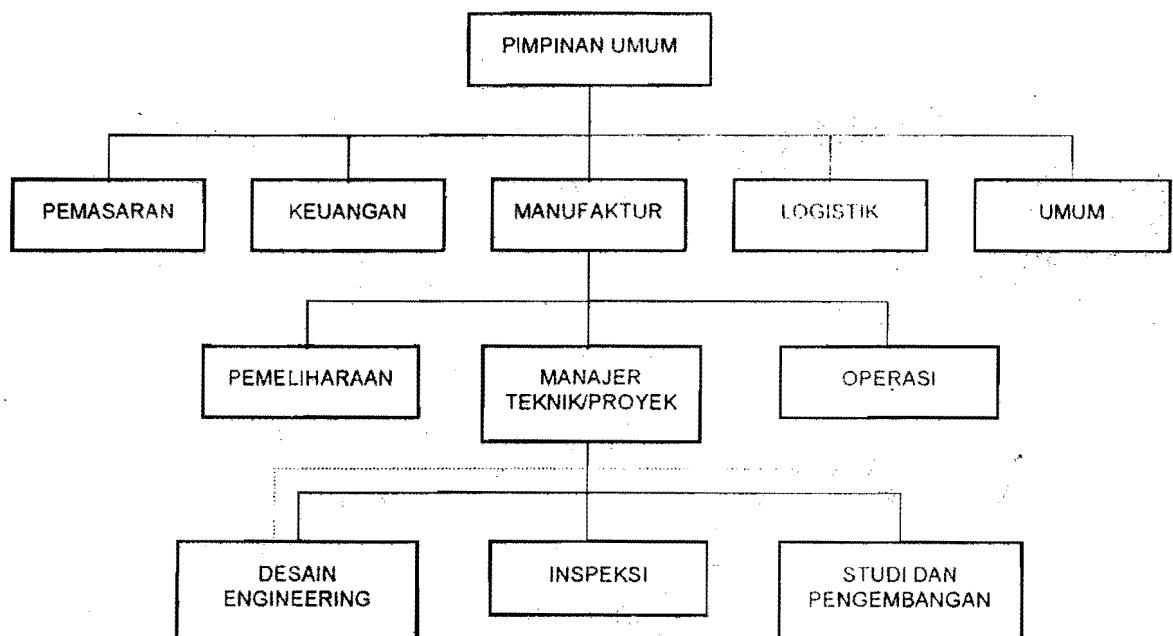
#### **2. Jenis Organisasi Proyek**

##### **a. Organisasi Proyek Fungsional**

Pada organisasi proyek fungsional, lingkup kegiatan proyek diserahkan dan menjadi bagian atau tambahan kegiatan fungsional yang dipimpin oleh manajer lini yang telah ada. Dengan kata lain, pengelolaan kegiatan proyek dirangkap oleh hirarki fungsional yang telah ada pada instansi/perusahaan yang bersangkutan. Kegiatan proyek lazimnya diserahkan kepada bagian fungsional yang mempunyai jenis kegiatan serupa dan diharapkan dapat memberikan kontribusi teknis paling besar. Misalnya proyek perluasan gedung kantor pusat suatu perusahaan diserahkan kepada bidang teknik/pemeliharaan. Dengan demikian disamping tugasnya sehari-hari sebagai manajer bidang teknik/pemeliharaan juga harus bertanggung jawab

atas pelaksanaan proyek. Pada keadaan normal, bidang teknik dengan sumber dayanya yang terbatas harus menyusun prioritas agar bisa menangani kegiatan proyek. Dalam situasi demikian seringkali proyek menempati urutan kedua yang berakibat sulitnya mencapai sasaran yang telah ditentukan, misalnya jadwal penyelesaian.

Kelemahan pokok organisasi proyek fungsional adalah tidak adanya pengaturan formal untuk menampung arus horisontal dan tidak adanya penanggung jawab tunggal yang secara khusus menangani proyek. Dalam struktur organisasi penanggung jawab proyek dirangkap oleh manajer lini disamping tugas-tugasnya sebagai manajer lini bidang yang bersangkutan. Hal ini mengakibatkan kurang adanya penekanan kepentingan proyek. Manajer lini cenderung mengerjakan apa yang terbaik sesuai dengan misi dan bidang yang menjadi tanggung jawabnya.



Gambar 2.1. Struktur Organisasi Proyek Fungsional

Organisasi proyek fungsional umumnya digunakan pada instansi/perusahaan yang sejak awal telah memiliki organisasi fungsional untuk mengelola usahanya sehari-hari dan harus menangani kegiatan baru berupa proyek. Jadi meskipun banyak kesulitannya tetapi karena satu dan lain alasan, maka tidak digunakan alternatif struktur yang lain.

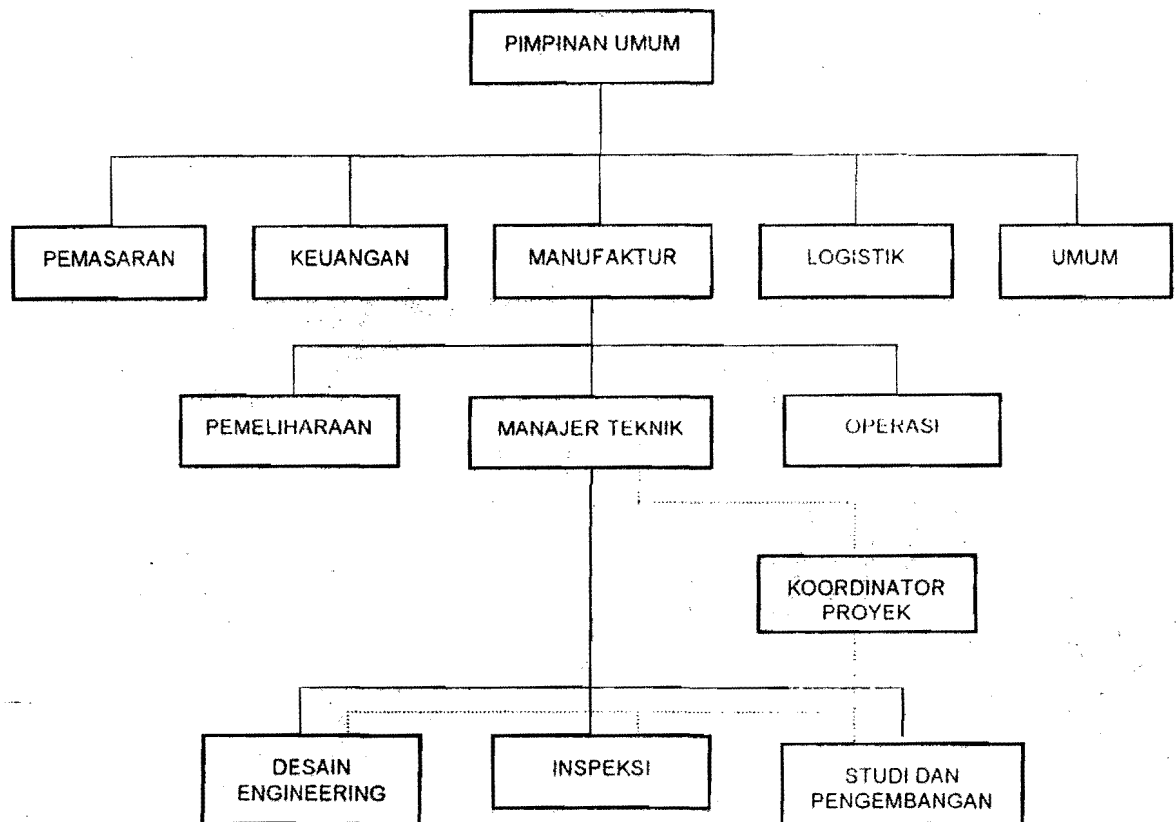
Untuk proyek dengan volume dan jenis kegiatan yang masih bisa diserap oleh salah satu bidang fungsional, penggunaan organisasi ini paling baik karena tidak perlu merestrukturisasi atau memodifikasi organisasi perusahaan yang telah ada. Namun di pihak lain struktur organisasi ini dianggap kurang efektif untuk menangani proyek yang berukuran besar, kompleks, dan multidisiplin yang memerlukan integrasi ketat antara pelaku dan komponen pekerjaan yang bersangkutan, baik dari dalam maupun dari luar organisasi.

b. Organisasi Proyek Koordinator

Organisasi proyek koordinator merupakan pengembangan dari organisasi proyek fungsional, sehingga bentuknya lebih maju karena adanya penunjukan seorang koordinator yang bertugas sepenuhnya mengurus proyek, mengkoordinasi pekerjaan, tenaga, dan kegiatan lain yang berhubungan dengan proyek. Ia berfungsi sebagai anggota staf dari manajer lini dan melaksanakan kepemimpinannya atas proyek dengan prosedur yang telah digariskan dan bukan dengan wewenang seperti yang dimiliki manajer lini. Dengan adanya seorang koordinator, berarti membebaskan manajer lini, tempat ia melaporkan masalah-masalah proyek secara rinci. Koordinator proyek bertindak sebagai "pusat" sumber informasi tentang kemajuan proyek, kesulitan yang dihadapi, dan sebagai pemberi saran atas perbaikan yang diperlukan.

Manajer lini tidak bisa mendesak dan memerintah pelaksana proyek agar segera bertindak cepat dan tepat sesuai keperluan karena wewenang lini untuk itu tidak ada padanya dan terbatas hanya pada menghimbau dan menganjurkan. Jadi meskipun telah ada seseorang yang disertai sepenuhnya untuk mengurus penyelenggaraan proyek, tetapi kegiatannya dibatasi hanya pada masalah-masalah koordinasi pekerjaan-pekerjaan proyek, sehingga banyak kehilangan jangkauan dan manfaat yang ingin dicapai oleh konsep manajemen proyek.





Keterangan:

----- Jalur koordinasi

———— Jalur fungsional

Gambar 2.2. Struktur Organisasi Proyek Koordinator

Organisasi proyek koordinator pada umumnya digunakan pada instansi/perusahaan yang tugas utamanya mengelola operasi rutin yang harus menangani kegiatan tambahan berupa proyek. Karena adanya koordinator yang bertindak sebagai staf dan melapor kepada manajer lini (yang merangkap sebagai pimpro) maka semua urusan proyek akan mendapatkan perhatian lebih banyak dibanding organisasi proyek fungsional.

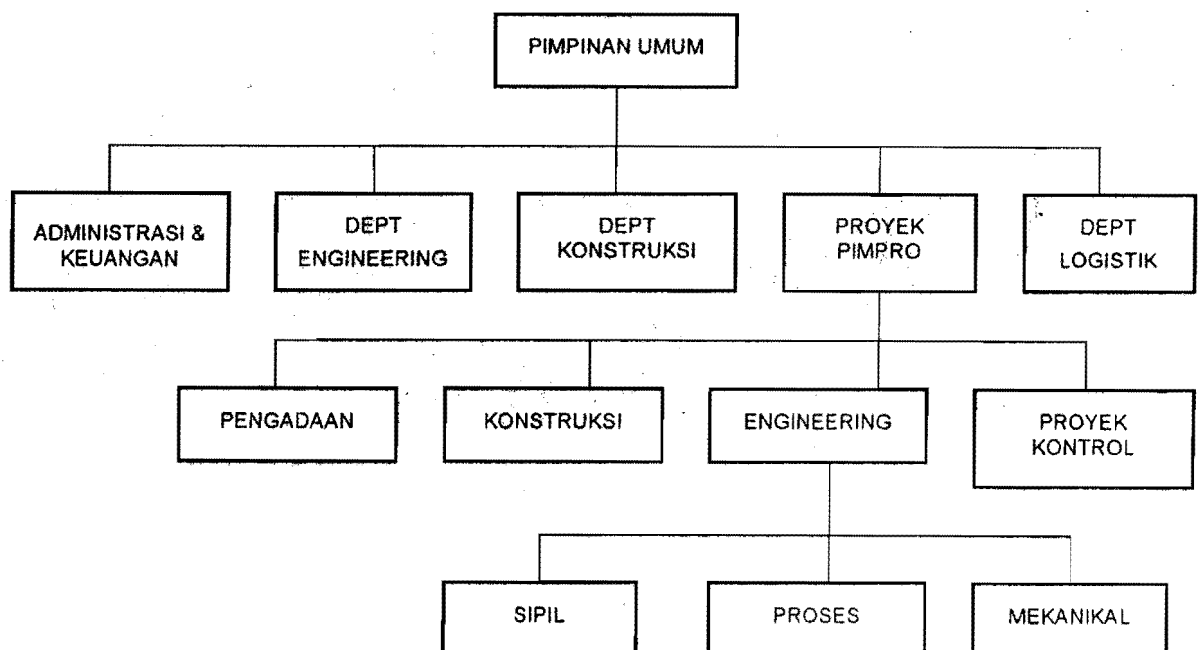
c. Organisasi Proyek Murni

Disebut organisasi proyek murni, karena organisasi proyek memang benar-benar terpisah dan sejajar dengan departemen lain dalam instansi/perusahaan.

Organisasi proyek murni mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Pimpro berfungsi sebagai manajer lini yang lain
- 2) Pimpro mempunyai wewenang penuh atas pengelolaan proyek
- 3) Tenaga pelaksana dipindahkan ke dalam organisasi proyek dan khusus melaksanakan pekerjaan proyek sesuai dengan wewenang dan tanggung jawabnya dalam organisasi tersebut. Dukungan dari unit fungsional sedikit sekali

Dalam organisasi ini pimpro melapor kepada manajer lini sebagai atasannya, tetapi bisa juga melapor kepada pucuk pimpinan perusahaan jika proyek tersebut dianggap cukup penting bagi kelangsungan hidup perusahaan. Pimpro diberi keleluasaan untuk bertindak sepenuhnya dalam melaksanakan koordinasi, integrasi, komunikasi kegiatan proyek, dan mempunyai wewenang atas keputusan yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Keberhasilan proyek dalam mencapai sasaran yang telah ditetapkan yang meliputi jadwal, anggaran dan mutu keseluruhannya menjadi tanggung jawab pimpro.



Keterangan:

..... Jalur koordinasi

——— Jalur fungsional

Gambar 2.3. Struktur Organisasi Proyek Murni

Dalam struktur organisasi di atas jelas terlihat proyek berdiri sejajar dengan departemen yang lain lengkap dengan bagian-bagian Engineering, Konstruksi dan Logistik. Dilihat dari segi struktur dan otoritasnya pimpro akan bisa mengelola proyek secara efektif, sehingga kemungkinan tercapainya sasaran proyek cukup besar. Oleh karena itu pimpro lebih cenderung menggunakan organisasi semacam ini disebabkan oleh faktor-faktor berikut :

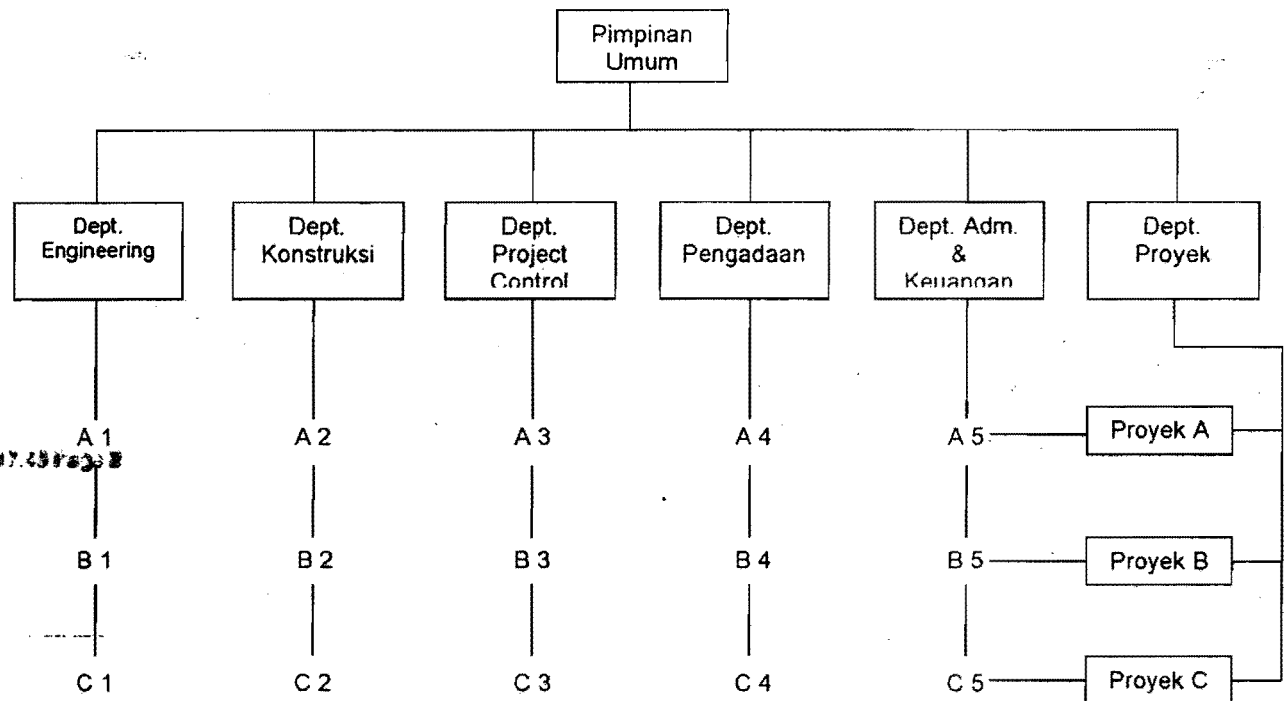
- 1) Akan terbentuk satu tim proyek dengan bagian-bagian yang lengkap dalam satu komando, sehingga proyek memiliki wewenang penuh atas sumber daya yang disediakan untuk mencapai sasaran.
- 2) Adanya tim yang memungkinkan ditanggapinya perubahan dan diambilnya keputusan yang tepat
- 3) Kemandirian proyek akan menumbuhkan identitas tim dan komitmen para anggotanya untuk menyelesaikan proyek dengan baik
- 4) Dengan adanya tenaga-tenaga spesialis dalam satu wadah proyek, maka jalur komunikasi dan arus kegiatan menjadi lebih pendek sehingga memungkinkan supervisi dan pengendalian secara lebih efektif
- 5) Memudahkan koordinasi dan integrasi personil yang menjadi tanggung jawabnya
- 6) Orientasi kuat pada kepentingan proyek

Selain keunggulan-keunggulan tersebut di atas, kelemahan organisasi proyek seperti ini adalah terlalu mahal dan tidak efisien untuk membagi dan memecah penggunaan sumber daya seperti peralatan konstruksi, dan tenaga di masing-masing proyek. Dengan struktur seperti ini perusahaan membentuk satu departemen fungsional tambahan yakni proyek yang umurnya sebatas adanya proyek. Hal ini bertentangan dengan kaidah yang mendasari pembentukan suatu departemen fungsional.

Organisasi ini digunakan jika diinginkan efektivitas yang tinggi dari penyelenggaraan proyek dengan mengabaikan efisiensi sumber daya.

d. Organisasi Proyek Matriks

Organisasi proyek matriks merupakan pengembangan yang memanfaatkan hal-hal yang sifatnya positif dari organisasi proyek fungsional dan organisasi proyek murni. Organisasi proyek semacam ini digunakan untuk mencapai efisiensi penggunaan sumber daya sebaik-baiknya.



Gambar 2.4. Struktur Organisasi Proyek Matrik

Pada struktur organisasi proyek matrik tergabung dua unsur dasar, yakni unsur organisasi fungsional dan unsur proyek. Pada struktur di atas A 1 – A 5, B 1 – B 5, dan C 1 – C 5 secara administratif tetap terikat pada departemen fungsional yang bersangkutan sebagai induk organisasinya, dan terikat pada pimpro dalam penanganan proyek.

Gambar 1.4 memperlihatkan struktur organisasi proyek dari perusahaan konstruksi yang menangani lebih dari satu proyek. Setiap pimpro melapor kepada direktur proyek, sedangkan departemen fungsional memberikan dukungan keahlian dan pekerjaan-pekerjaan lain yang diperlukan oleh masing-masing proyek.

**1) Keunggulan organisasi proyek matriks**

- a) Dengan adanya penanggung jawab tunggal, maka kepentingan proyek dapat dijaga, dipelihara dan dikerjakan terus-menerus secara berkesinambungan
- b) Memungkinkan tanggapan atas persoalan yang timbul dengan cepat
- c) Memungkinkan pemakaian sumber daya secara efisien oleh beberapa proyek
- d) Para spesialis dapat meningkatkan profesinya karena tetap terikat oleh induk organisasi fungsionalnya.
- e) Petugas proyek tetap memiliki tempat bernaung jika proyek tidak memerlukannya lagi.

**2) Kelemahan organisasi proyek matriks**

- a) Meskipun tanggung jawab pencapaian sasaran proyek seperti anggaran, jadwal, dan mutu berada di tangan pimpro tetapi keputusan mengenai pelaksanaan pekerjaan dan keperluan personil tetap berada di departemen lain
- b) Mempunyai ketergantungan yang tinggi antara proyek dan organisasi lain pendukung proyek. Seringkali beberapa proyek dikerjakan dalam waktu yang bersamaan
- c) Adanya dua jalur pelaporan (dua atasan) yang sering menimbulkan kebingungan dalam melaksanakan pekerjaan

### **BAB III**

## **PEMBUATAN PROGRAM PELAKSANAAN PROYEK**

### **A. TUJUAN DAN DASAR PROGRAM KERJA**

#### **1. Tujuan program kerja**

Program kerja dalam pelaksanaan pekerjaan gedung dibuat dengan tujuan sebagai :

a. Alat koordinasi bagi pimpinan

Dengan menggunakan program kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan koordinasi untuk semua kegiatan yang ada di lapangan.

b. Pedoman kerja para pelaksana

Program kerja merupakan pedoman terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.

c. Penilaian kemajuan pekerjaan

Ketepatan waktu dari setiap item kegiatan di lapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pelaksanaan di lapangan.

d. Alat evaluasi pekerjaan

Variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

#### **2. Dasar program kerja**

Yang menjadi dasar dalam pembuatan program kerja pelaksanaan pekerjaan gedung adalah sebagai berikut:

a. Keadaan lapangan lokasi proyek

Hal ini dilakukan untuk memperkirakan hambatan-hambatan yang mungkin timbul selama pelaksanaan pekerjaan.

b. Kemampuan tenaga kerja

Informasi detail tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus disediakan.

c. **Pengadaan material konstruksi**

Harus diketahui secara pasti macam, jenis, dan jumlah material yang diperlukan untuk pelaksanaan pembangunan. Pemilahan jenis material yang akan digunakan harus dilakukan di awal proyek, kemudian dipisahkan berdasarkan jenis material yang memerlukan waktu untuk pengadaan, misalnya material pabrikasi biasanya tidak dapat dibeli setiap saat, tetapi memerlukan sejumlah waktu untuk kegiatan proses produksi. Hal ini penting untuk membuat jadwal rencana pengadaan material konstruksi.

d. **Pengadaan alat pembangunan**

Kegiatan yang memerlukan peralatan pendukung pembangunan harus dapat dideteksi secara jelas karena berkaitan dengan pengadaan peralatan. Jenis, kapasitas, kemampuan, dan kondisi peralatan harus disesuaikan dengan kegiatannya.

e. **Gambar kerja**

Selain gambar rencana, pelaksanaan proyek konstruksi juga memerlukan gambar kerja untuk bagian-bagian tertentu/khusus. Untuk itu perlu dilakukan pendataan bagian-bagian yang memerlukan gambar kerja.

f. **Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan**

Dalam penyusunan program kerja faktor penting yang harus dijamin oleh pengelola proyek adalah kelangsungan dari susunan rencana kegiatan setiap item pekerjaan.

**B. Pembuatan Program Kerja**

Program kerja pelaksanaan proyek pekerjaan gedung biasanya disusun dengan langkah-langkah seperti berikut :

1. Menetapkan sasaran
2. Identifikasi kegiatan
3. Menguraikan setiap kegiatan menjadi pekerjaan
4. Memilih dan memilah serta mengelompokkan pekerjaan menurut jenisnya
5. Menganalisis ketergantungan setiap jenis pekerjaan
6. Menganalisis volume dan waktu penyelesaian setiap jenis pekerjaan
7. Menganalisis penggunaan dan waktu pemakaian peralatan untuk setiap jenis pekerjaan
8. Menetapkan penanggung jawab untuk setiap jenis pekerjaan
9. Menetapkan jumlah pekerja untuk setiap jenis pekerjaan
10. Menetapkan metode kerja untuk setiap jenis pekerjaan

11. Menuliskan program kerja ke dalam tabel (jika program kerja ditulis dalam bentuk tabel)



## BAB IV

### ANALISA JARINGAN KERJA (NETWORKING)

#### A. Dasar-dasar Analisa Jaringan Kerja

1. Pengertian jaringan kerja (networking) adalah suatu jaringan yang merupakan alat untuk membantu perencanaan dan pengendalian pelaksanaan pekerjaan yang satu sama lain mempunyai hubungan saling ketergantungan.
2. Manfaat jaringan kerja.  
Manfaat jaringan kerja dalam pelaksanaan pekerjaan gedung adalah :
  - a. Menggambarkan ketergantungan antar kegiatan-kegiatan dalam suatu proyek
  - b. Alat untuk mengkomunikasikan ketergantungan masing-masing antar kegiatan
  - c. Alat pengendalian khususnya untuk melihat kemajuan pelaksanaan pekerjaan
3. Tahap-tahap
  - a. Menggambarkan semua kegiatan yang harus dilakukan dengan memperhatikan hubungan dalam ketergantungan antar kegiatan .dalam bentuk diagram.
  - b. Memperkirakan lamanya waktu penyelesaian masing-masing kegiatan
  - c. Menghitung waktu penyelesaian total keseluruhan proyek

#### B. Menggambar Diagram Jaringan Kerja

Untuk membentuk gambar jaringan kerja digunakan simbol-simbol network planning sebagai berikut :

1. 

Anak panah (*arrow*) = kegiatan (*activity*)

Kegiatan disini adalah kegiatan yang memerlukan durasi tertentu.

Contoh :

- a. Kegiatan, menggali tanah
- b. Kegiatan, membuat pondasi

c. Kegiatan, memasang tembok



Lingkaran kecil (*node*) = kejadian atau peristiwa (*event*)

Contoh :

- Kejadian, galian tanah selesai
- Kejadian, membuat pondasi selesai
- Kejadian, memasang tembok selesai

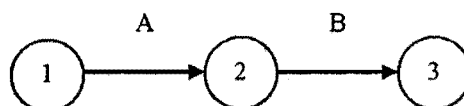


Anak panah terputus-putus = kegiatan semu (*dummy*)

Dummy berguna untuk membatasi dan menghubungkan mulainya kegiatan. Bedanya dengan kegiatan biasa *dummy* tidak mempunyai durasi. *Dummy* didefinisikan sebagai pemberi tahu seolah-olah berpindahnya suatu kejadian (*event*) ke kejadian lain.

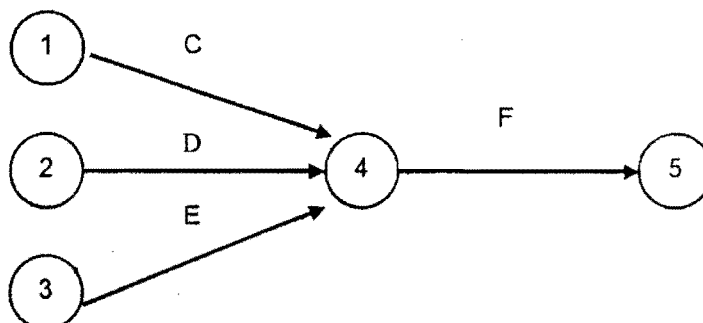
### C. Logika Ketergantungan Dari Kegiatan (*Activity*)

- Kegiatan A harus selesai dahulu sebelum kegiatan B dimulai, dapat digambarkan seperti berikut :



Gambar 3.1 Ketergantungan kegiatan B terhadap kegiatan A

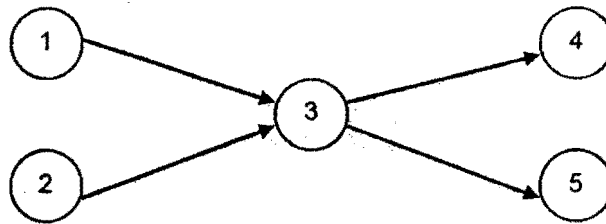
- Kegiatan C, D dan E harus selesai sebelum kegiatan F, hal ini dapat digambarkan seperti berikut :



Gb. 3.2 Ketergantungan kegiatan F terhadap kegiatan C, D dan E

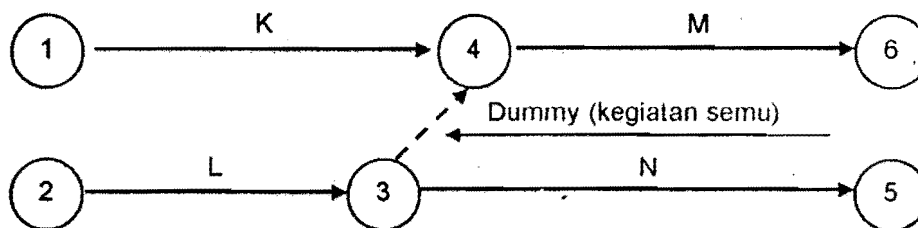
Lingkaran kejadian no. 1 dimulainya kegiatan C. Lingkaran kejadian no. 2 dimulainya kegiatan D. lingkaran kejadian no. 3 dimulainya kegiatan E. Lingkaran no. 4 merupakan selesainya kegiatan C, D dan E atau dimulainya kegiatan F. Sedangkan lingkaran kejadian no. 5 selesainya kegiatan F.

3. Kegiatan-kegiatan G dan H harus selesai dahulu sebelum L dan J, maka dapat digambar seperti :



Gb. 3.3 Ketergantungan Kegiatan I dan J terhadap kegiatan G dan H

4. Kegiatan semu (dummy), K dan L harus selesai dahulu sebelum kegiatan M, sedangkan kegiatan N sudah boleh dimulai setelah kegiatan L saja yang selesai, maka dapat digambar sebagai berikut :



Gb. 3.4 Kegiatan Semu (dummy)

Dalam hubungan ini kegiatan M, boleh dimulai jika kegiatan K dan L telah selesai. Sedangkan kegiatan N dimulai hanya menunggu selesainya kegiatan L saja, tanpa menunggu selesainya kegiatan K. Maka dalam situasi ini digunakan kegiatan semu (dummy).

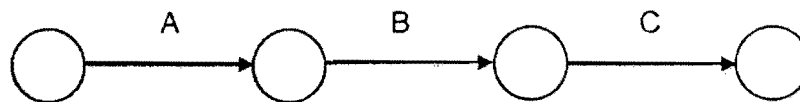
Dummy tidak mempunyai durasi, hanya penghubung kegiatan yang mempunyai ketergantungan.

#### 5. Kegiatan Majemuk

Kalau terdapat kegiatan majemuk yang cukup besar, kegiatan tersebut dipecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil atau kelompok.

Contoh kegiatan majemuk : pemasangan pipa didalam tanah yang cukup panjang dan hanya terdiri dari tiga kegiatan, yaitu : A (menggali tanah), B (memasang pipa), C (menimbun kembali).

Hal ini menurut logika merupakan kegiatan berurutan, bila digambar adalah sebagai berikut :



Gb. 3.5 Kegiatan Majemuk I

Tetapi kegiatan majemuk ini dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Kegiatan A menjadi kegiatan A1, A2 dan A3

Kegiatan B menjadi B1, B2 dan B3

Kegiatan C menjadi kegiatan C1, C2 dan C3

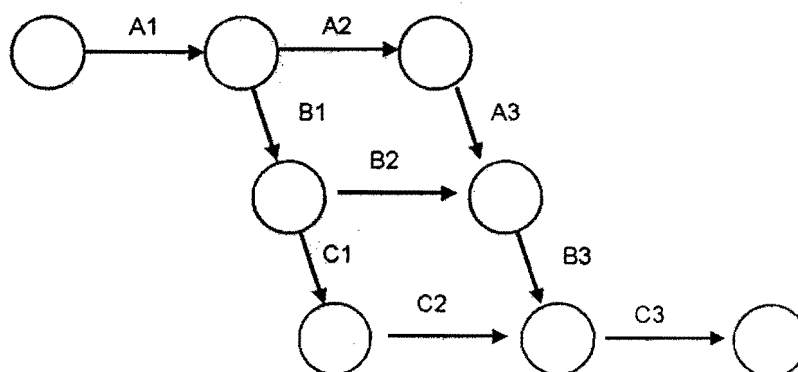
Kemudian kita tetapkan ketergantungannya sebagai berikut :

A1 harus selesai dahulu, baru dimulai A2, kemudian A3

B1 harus selesai dahulu, baru dimulai B2, kemudian B3

C1 harus selesai dahulu, baru dimulai C2, kemudian C3

Maka gambarnya adalah :



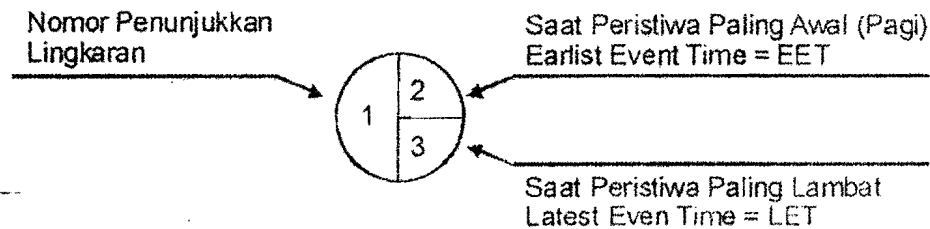
Gb. 3.7 Kegiatan Majemuk II

#### D. Uraian Tentang Waktu Dalam Network

Setelah kita menentukan network diagram dengan urutan ketergantungan satu sama lain, maka kita harus meninjau waktu pelaksanaan setiap kegiatan dan

menganalisa seluruh kegiatan network diagram, untuk mendapatkan waktu terjadinya masing-masing peristiwa (kejadian).

Selanjutnya simbol lingkaran (kejadian), perlu dilengkapi seperti gambar berikut :



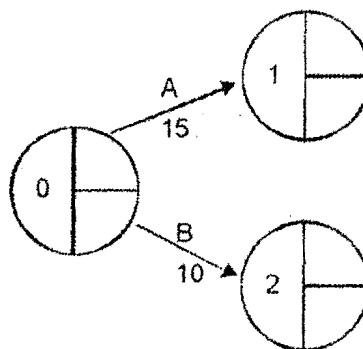
Gb. 3.6 Kegiatan Majemuk II

Keterangan :

1. Ruang pertama (1), nomor penunjukkan lingkaran = nomor lingkaran
2. Ruang kedua (2) = saat kejadian paling pagi = EET
3. Ruang kedua (3) = saat kejadian paling lambat = LET

Setiap lingkaran peristiwa (kejadian), diberi nomor sesuai dengan prinsip-prinsip yang telah kita bahas pada network (jaringan kerja). Kemudian kita tambahkan setiap anak panah (kegiatan) perkiraan waktu pelaksanaan masing-masing.

Contoh :



Gb. 3.8 Kejadian (event) dan kegiatan (activity)

Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan A memerlukan waktu 15 jam, hari, minggu atau bulan. Kegiatan b memerlukan waktu, 10 jam, hari, minggu atau bulan. Pengaturan waktu seperti jam, hari, minggu atau bulan tergantung dari keperluan serta dalam menetapkan waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tersebut.

## **E. Network CPM dan PERT**

### **1. CPM (The Critical Path Method)**

Metode penjadwalan dasar yang digunakan dalam proyek ialah Critical Path Method (CPM), anda harus mengidentifikasi semua kegiatan yang perlu diselesaikan, lama waktu yang digunakan (duration) untuk menyelesaikan masing-masing kegiatan, urutan ketergantungan dari setiap kegiatan, sampai dengan waktu paling awal dan paling lambat, serta waktu terpanjang untuk menyelesaikan suatu proyek (waktu kritis).

Critical Path Method (CPM) memerlukan semua data kegiatan, menghitung waktu dari proyek dengan menghitung waktu dari kegiatan jika semua kegiatan dihubungkan (chaned) bersama sampai dengan ketergantungan urutan yang dikehendaki.

Anda tidak dapat menyelesaikan proyek sesuai dalam jadual, kecuali kegiatan-kegiatan pada urutan terpanjang diselesaikan tepat waktu sesuai jadual (schedule). Kegiatan ini disebut kritis (critical task) yang sangat penting untuk menjaga semua kegiatan proyek sesuai jadual. Urutan lintasan dari kegiatan kritis (critical task) disebut lintasan kritis (critical path).

Untuk menggambar jadual dalam micro soft project digunakan Gantt Chart, yaitu merupakan grafik batang (bar chart) yang menggambarkan satuan waktu, bar chart ini akan muncul secara otomatis jika waktu dan mulai proyek telah di input (Microsoft proyek akan dibahas tersendiri).

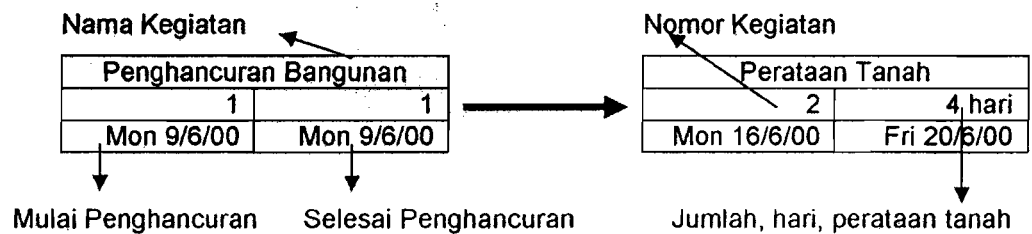
### **2. PERT (Programme Evalution Review Technique)**

#### **2.1 Pengenalan PERT**

Teknik charting ini dikembangkan oleh special project dari US Navy untuk mengontrol Polaris Weapons System Project. PERT Chart merupakan jaringan kerja yang digambarkan dengan segi empat atau lingkaran kecil (node) yang dihubungkan dengan anak panah melalui kegiatan yang saling ketergantungan.

Susunan segiempat dan anak panah dalam PERT sebagai berikut :

1. Aliran (flow) kegiatan kedepan selesainya proyek
2. Hubungan ketergantungan antara kegiatan-kegiatan
3. Kegiatan-kegiatan parallel



Gb. 3.9 PERT Chart

Dari jaringan kerja (networking), kemudian anda dapat menghubungkan :

2. Perkiraan waktu realistik untuk Milestone dan tanggal selesainya proyek.
3. Route lintasan kritis (critical path)
4. Jumlah dan alokasi waktu Slack Time (waktu kelambatan)
5. Pengaruh kemungkinan penjadualan, karena adanya perubahan perencanaan.

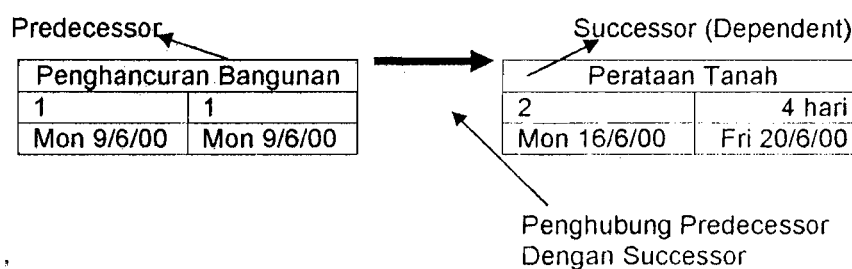
## 2.2 Milestone

Milestone merupakan kejadian penting dalam perkembangan proyek atau dalam pelaksanaan proyek. Milestone digunakan untuk memberi tanda selesai atau mulainya suatu kegiatan proyek.

Contoh Milestone : Kapan mulai atau selesai proyek. Kapan mulai atau selesai pekerjaan pondasi, selesai atau mulai penandatanganan kontrak proyek dan sebagainya.

## 2.3 Predecessor dan Successor (Dependent)

Jika kegiatan dihubungkan akan terlihat ketergantungan, kegiatan ketergantungan disebut successor (dependent) dan kegiatan yang dihubungkan adalah predecessor.



Gb. 3.10 Predecessor dan Successor

Arrow (anak panah) merupakan penghubung ketergantungan dari kegiatan Penghancuran Bangunan dengan Perataan Tanah. Arrow disini menuju ke kegiatan Perataan Tanah, berarti Penghancuran Bangunan harus selesai dahulu sebelum mulai Perataan Tanah.

#### 2.4 Ketergantungan Kegiatan

Ada 4 empat) ketergantungan, jika anda menghubungkan kegiatan, tinggal apa yang anda gunakan tanggal Mulai atau tanggal selesai kegiatan.

Tabel 3.1 : Ketergantungan Kegiatan

Tipe Ketergantungan	Kode
Finish – to – start (selesai ke mulai)	FS
Start – to – start (mulai ke mulai)	SS
Finish – to – finish (selesai ke selesai)	FF
Start – to – finish (mulai ke selesai)	SF



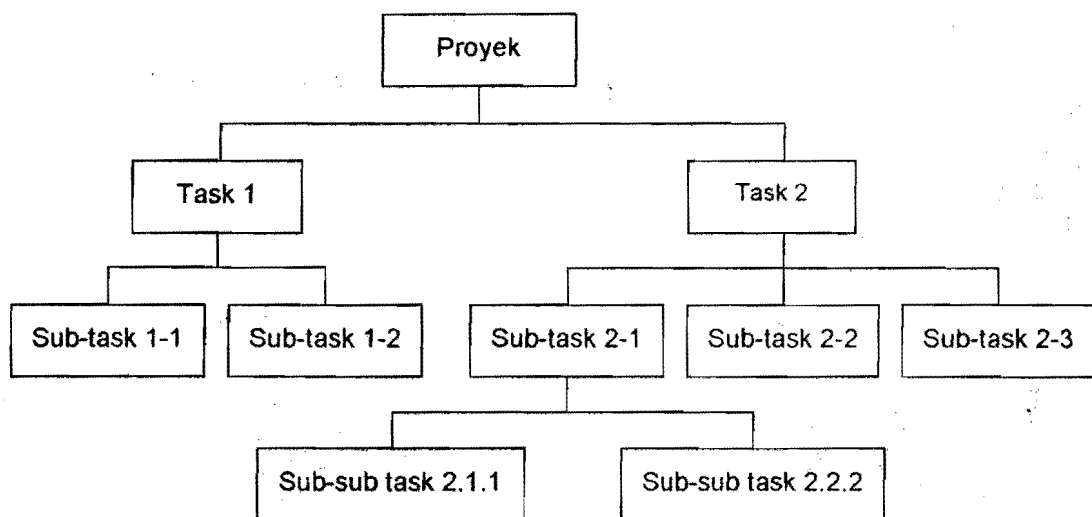
## BAB V

### PENGUNAAN NETWORK CPM

#### A. Struktur Penjabaran Kegiatan (*Work Breakdown Structure*)

Secara keseluruhan proyek harus dijabarkan menjadi unit terkecil atau menjadi kegiatan operasional yang disebut *Task* (tugas). Bicarakan untuk menentukan hubungan ketergantungan antara task dalam penjabaran secara spesifik dari proyek tersebut.

*Work Breakdown Structure* (WBS) ialah suatu diagram yang menggambarkan penjabaran suatu proyek menjadi kegiatan terkecil, masing-masing task diberi nomor secara berurutan :



Gb. 5.1 Work Breakdown Structure (WBS)

Dalam pelaksanaannya jaringan kerja sering digunakan untuk tugas-tugas proyek fisik maupun non fisik. Ada beberapa urutan kegiatan dalam pembuatan jaringan kerja yaitu :

1. Menganalisa proyek menjadi kegiatan-kegiatan, sub kegiatan, sub-sub kegiatan (*work break down*)
2. Menyusun urutan dari kegiatan-kegiatan sesuai dengan ketergantungan masing-masing kegiatan.
3. Menentukan waktu masing-masing kegiatan

4. menggambarkan jaringan kerja dalam *network CPM* atau *PERT* dalam Microsoft proyek dapat ditampilkan.
5. Menghitung waktu keseluruhan proyek (*project duration*), menentukan milestone tanggal mulai dan selesai proyek.
6. Mencari kegiatan (*critical task*), lintasan kritis (*critical path*) dalam *network CPM* (*critical path method*).
7. Menghitung waktu float dari masing-masing kegiatan
8. Penjadwalan dasar (*basic scheduling*)

## B. Pembuatan Jaringan Kerja

1. Membuat daftar kegiatan dan kebutuhan sumber-sumber

Suatu proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang saling ketergantungan dengan waktu penyelesaian dan sumber-sumber (*resources*), telah di analisa sebagai berikut :

Tabel 4.1 : Daftar Macam Kegiatan dan Kebutuhan Sumber Daya

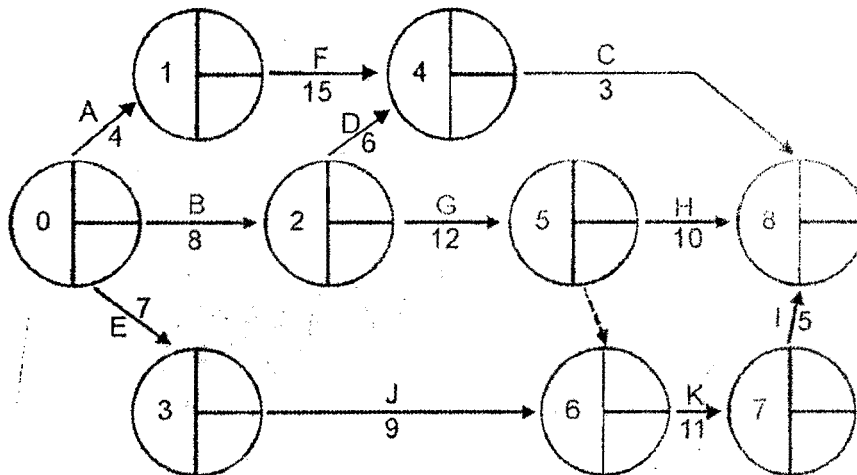
DAFTAR MACAM KEGIATAN					
Nama Proyek : .....			Nomor Proyek : .....		
Lokasi Proyek : .....					
Nomor	Nama Kegiatan	Waktu	Karyawan	Peralatan	Biaya
01	A	4 minggu	2 orang		
02	B	8 minggu	4 orang		
03	C	3 minggu	2 orang		
04	D	6 minggu	2 orang		
05	E	7 minggu	3 orang		
06	F	15 minggu	4 orang		
07	G	12 minggu	5 orang		
08	H	10 minggu	6 orang		
09	I	5 minggu	2 orang		
10	J	9 minggu	5 orang		
11	K	11 minggu	5 orang		

## 2. Menganalisa Ketergantungan

- a. Kegiatan A, B dan E dimulai bersama pada permulaan proyek
- b. Setelah kegiatan B selesai kegiatan D dan G boleh proyek
- c. Setelah A selesai kegiatan F dimulai
- d. Kegiatan C boleh dimulai, jika kegiatan F dan D telah selesai dan merupakan kegiatan akhir
- e. Kegiatan H dapat dimulai setelah G selesai dan merupakan kegiatan akhir
- f. Kegiatan J dimulai setelah E selesai
- g. Kegiatan K tidak dapat dimulai sebelum G dan J selesai
- h. Kegiatan I bisa dimulai setelah K selesai dan merupakan kegiatan akhir

### 3. Menggambar Jaringan Kerja

Dari kegiatan yang telah dianalisa ketergantungan, maka dapat digambar sebagai berikut :

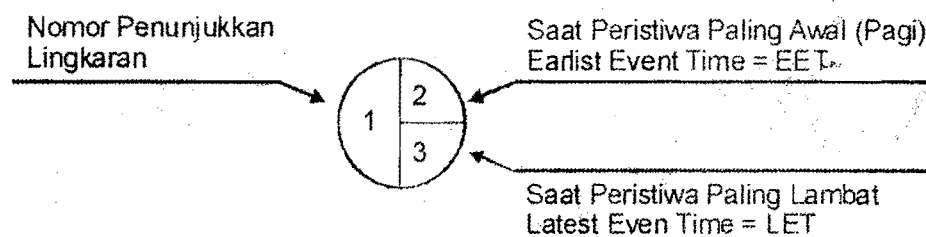


Gb. 4.2 Jaringan Kerja

### 4. Menganalisa Waktu

#### a. Menghitung EET

Untuk menganalisa waktu terlebih dahulu dianalisa peristiwa paling awal, yaitu *Earlist Event Time* = EET (lihat gambar).



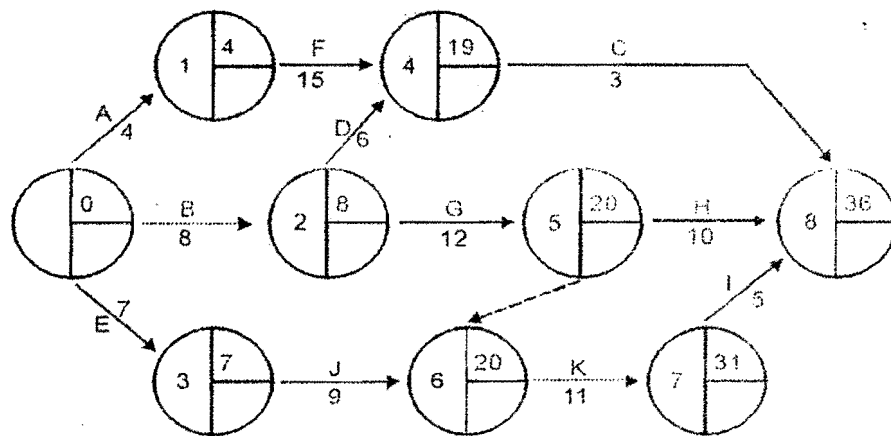
Gb. 4.3 EET dan LET

Untuk menentukan kejadian (peristiwa) paling pagi EET adalah perhitungan kedepan (dari kiri kekanan).

1.  $\xrightarrow{\text{EET}}$  Perhitungan kedepan (dari kiri kekanan)
2. Kegiatan yang diperhatikan adalah kegiatan yang masuk lingkaran kejadian

3. Harga yang ditulis di lingkaran EET adalah harga yang terbesar dari waktu kegiatan yang masuk pada lingkaran kejadian contoh :
- b. Langkah Menganalisa Waktu Jaringan Kerja
  1. Tentukan EET permulaan = 0
  2. Kegiatan A, selesainya paling pagi EET = 4 (jam, hari, minggu) tulis ke lingkaran no. 1, dibagian atas (ruang EET).
  3. Kegiatan B, EET = 8, tulis di lingkaran 2 bagian atas
  4. Kegiatan E, EET = 7, tulis di lingkaran 3 bagian atas
  5. Kegiatan F dan D, menuju ke satu lingkaran no. 4, pilih EET yang paling besar diantara dua kegiatan, kemudian masukan ke lingkaran no. 4 bagian atas.
    - a. Kegiatan F dari kegiatan A  $EET = 4+15=19$
    - b. Kegiatan D dari kegiatan B  $EET = 8+6=14$ , jadi yang diambil = 19
  6. Kegiatan G, EET =  $8+12=20$
  7. Kegiatan J, EET = 20, merupakan EET dummy dari kegiatan B dan G =  $8+12=20$ , EET dari kegiatan E dan J =  $7+9=16$ , sehingga yang besar adalah 20.
  8. Kegiatan K, EET =  $20+11=31$ , tulis pada lingkaran no. 7.
  9. Kegiatan C, H dan I menuju ke satu lingkaran 8, merupakan kegiatan akhir :
    - a. Kegiatan C, EET =  $19+3=22$
    - b. Kegiatan H, EET =  $20+10=30$  yang terbesar = 36 (tulis bagian atas no. 8)
    - c. Kegiatan I, EET =  $31+5=36$

Kesimpulan kejadian paling pagi (EET) adalah waktu terpanjang yang melalui suatu lintasan dari lingkaran kejadian permulaan (nomor nol) sampai ke lingkaran kejadian yang ditinjau.



Gb. 4.4 Kesimpulan EET

c. Menghitung *Latest Event Time* (LET)

Karena kita tidak menginginkan proyek terlambat, maka saat paling awal dari kejadian paling akhir yaitu EET dari lingkaran kejadian terakhir no. 8 sama dengan kejadian paling lambat (LET),  $EET = LET = 36$ . Untuk mencari LET, digunakan perhitungan mundur bergerak dari kanan ke kiri, hal ini berguna untuk mencari :

1. LS (*Latest Start*) = Saat paling lambat untuk memulai kegiatan
2. LF (*Latest Finish*) = Saat paling lambat selesainya suatu kegiatan
3. Saat paling lambat terjadinya suatu event

## Menghitung LET :

- a. Lingkaran no. 8  $EET=36$ ,  $LET=EET=36$ , tulis 36 dibagian bawah lingkaran no. 8
- b. Kegiatan I,  $LETnya = 36-5=31$ , tulis bagian bawah lingkaran no.7
- c. Kegiatan K,  $LETnya = 31-11=20$ , tulis bagian bawah lingkaran no.6.
- d. Kegiatan H, dapat dihitung dari :  
 Kegiatan H  $LETnya = 36-10=26$   
 Kegiatan dummy,  $LETnya = 20-0=20$   
 Ambil harga yang terkecil yaitu = 20, tulis di lingkaran no. 5 bagian bawah
- e. Kegiatan C,  $LETnya = 36-3=33$ , tulis di lingkaran no. 4 bagian bawah
- f. Kegiatan F  $LETnya = 33-15=18$ , tulis di lingkaran no. 1 bagian bawah.
- g. Kegiatan D dan G, D  $LETnya = 33-6=27$ , G  $LETnya=20-12=8$   
 Pilih yang terkecil yaitu 8, tulis di lingkaran no.2 bagian bawah
- h. Kegiatan A B dan E :  
 Kegiatan A,  $LETnya = 18-4=14$

Kegiatan B, LETnya =  $8-8=0$

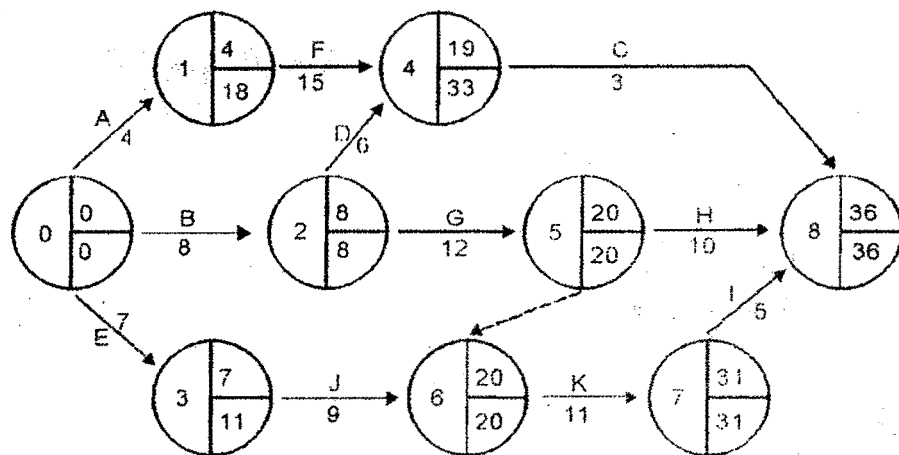
Kegiatan E, LETnya =  $11-7=4$

Jadi LET pada kegiatan B=0 yang harus ditulis di lingkaran no.1 bagian bawah.

Kesimpulan :

Saat peristiwa (kejadian) paling lambat (Latest Event Time = LET) dapat terjadi tanpa mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan.

Secara keseluruhan jaringan kerja sebagai berikut :



Gb. 4.5 Jaringan Kerja Keseluruhan

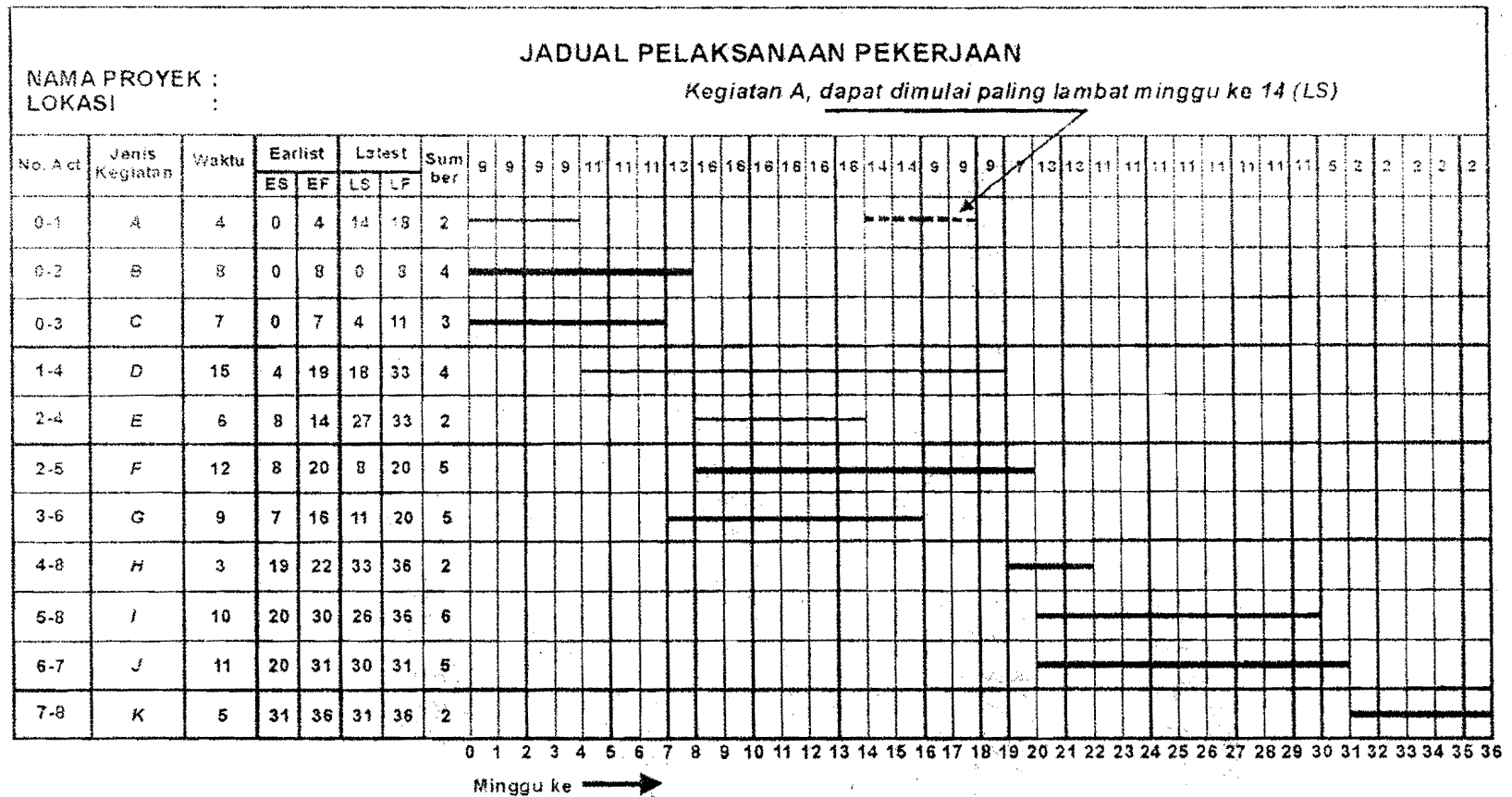
#### d. Menghitung Lintasan Kritis

Lintasan kritis (*critical path*) adalah lintasan yang menunjukkan EET yang terbesar dibandingkan dengan lintasan lainnya yang mempunyai start bersama. Pedoman untuk menentukan lintasan kritis adalah :

1. Kegiatan yang melalui kegiatan kritis (*Critical Task*)
2. Kegiatan kritis = Kegiatan yang tidak mempunyai waktu longgar
3. *Total Float* (TF) = 0, *Free Float* (FF) = 0

*Critical Path* latihan

Tabel 4 : Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan



Catatan : ES = Earlist Start  
EF = Earlist Finish

LS = Lates Start  
LF = Lates Finish

Guna LS dan LF, untuk menggeser kegiatan  
(kapan boleh mulai/terlambat).

Critical Path harus saling menyambung  
(bar chart tebal ——— )

TF = Total Float (kegiatan non kritis boleh terlambat tanpa mempengaruhi selesainya proyek)  
FF = Free Float (kegiatan non kritis boleh terlambat tanpa mempengaruhi kegiatan berikutnya)

Tabel 3.1 : Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Proyek (Bagan Balok)

No.	Kegiatan Proyek	Tahun I												Tahun II											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Perencanaan Proyek	■	■	■	■																				
2.	Pelaksanaan Survei Lokasi			■	■	■	■																		
3.	Persiapan Dokumen dan Dana				■	■	■	■																	
4.	Penetapan Lokasi				■	■																			
5.	Pembebasan Lahan					■	■	■	■																
6.	Pengurusan Lahan						■	■	■	■	■	■	■												
7.	Pembuatan Drainase dan Fasilitas							■	■	■	■	■	■	■	■										
8.	Menyiapkan Dokumen Lelang					■	■	■	■	■	■	■	■	■											
9.	Memilih Kontraktor							■	■	■	■	■	■	■	■										
10.	Menyiapkan Lelang Elektrikal													■	■										
11.	Menerima Penawaran														■	■									
12.	Menyetujui Penawaran															■	■								
13.	Menyiapkan Lelang Plambing															■	■								
14.	Menerima Penawaran																■	■							
15.	Menyetujui Penawaran																	■	■						
16.	Menyiapkan Lelang Gedung													■	■										
17.	Menerima Penawaran														■	■									
18.	Menyetujui Penawaran															■	■								
19.	Persiapan Membangun																■	■							
20.	Membangun Gedung																	■	■	■	■	■	■	■	■
21.	Memasang Peralatan																			■	■	■	■	■	■



## BAB VI

### METODE KONSTRUKSI

#### A. METODE KONVENSIONAL

Pelaksanaan konstruksi bangunan tinggi, sebagaimana halnya dengan bangunan lainnya diawali dengan pekerjaan persiapan lahan dan fondasi. Fondasi untuk bangunan tinggi dapat berupa fondasi dalam (fondasi tiang) atau fondasi rakit (berupa basemen) atau gabungan fondasi dalam dengan basement.

Fondasi tiang yang lazim digunakan adalah fondasi tiang pancang yang pelaksanaannya dilakukan dengan menggunakan alat pancang (*drop hammer*) yang dipasang pada mobil derek atau tiang bor

Pekerjaan galian dimulai dengan menggunakan berbagai peralatan pemindah tanah mekanis. Pada daerah yang muka airnya tinggi, maka perlu disiapkan sumuran untuk menampung air yang kemudian dipompa keluar (*dewatering*).

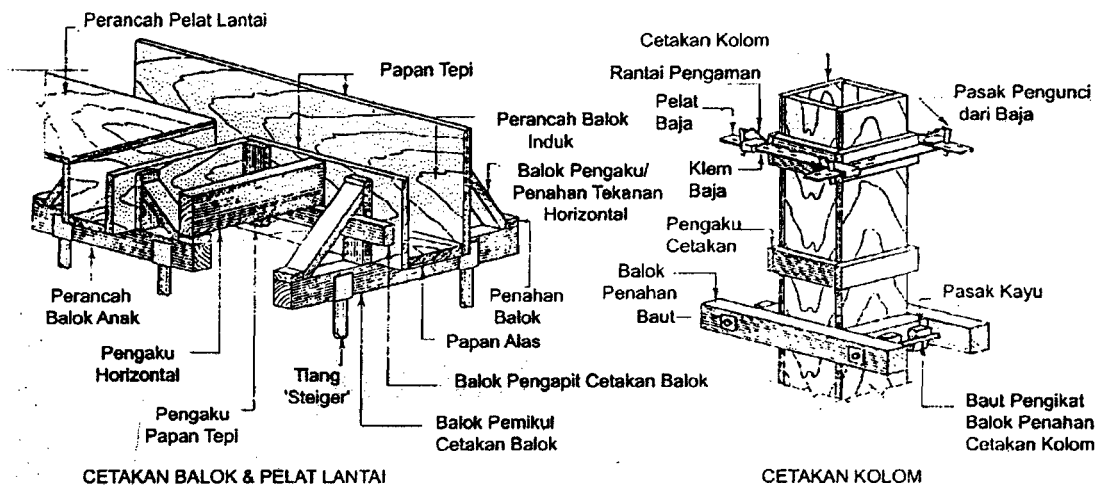
Sebelum dimulainya pekerjaan galian pada fondasi yang menggunakan basement, pertama-tama dilakukan pencegahan bahaya longsor di sekeliling daerah yang akan digali, berupa struktur dinding penahan tanah atau turap. Struktur ini dapat berupa *'sheet pile'*, profil baja yang ditanam mengelilingi areal galian atau berupa *'soldier pile'*, tiang pancang yang diletakkan berimpitan satu dengan lainnya.

Pengecoran dasar basemen, kolom-kolom dan balok serta pelat lantai baru dikerjakan secara bertahap dari lantai terbawah ke atas secara berurutan setelah seluruh pekerjaan galian selesai.

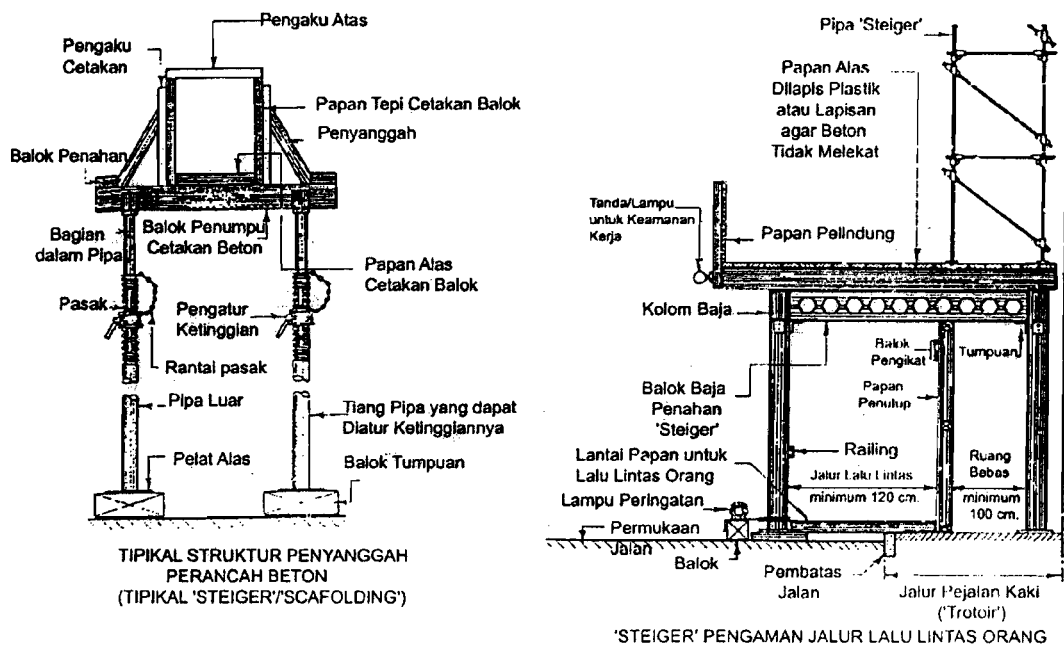
Selanjutnya, setelah pekerjaan fondasi/basemen selesai, baru dilakukan pekerjaan struktur bagian atas, yang diawali dengan pekerjaan di lantai dasar yang secara bertahap dilanjutkan pada lantai-lantai di atasnya.

Pada bangunan yang menggunakan struktur beton bertulang, maka diperlukan cetakan beton/perancah (Gambar 6.1) dan struktur sementara pendukung cetakan beton (*'steiger'* atau *'scaffolding'*) seperti terlihat pada Gambar 6.2. *'Steiger'* ini akan dibongkar setelah 2 – 3 minggu, saat mana dianggap beton sudah dapat memikul beban bagi pekerjaan di atasnya. Agar pekerjaan dapat dilakukan secara

berkesinambungan, maka perlu disiapkan sejumlah 'steiger' dan kebutuhan perancah untuk tiga lantai.



Gambar 6.1. Perancah/Cetakan Beton

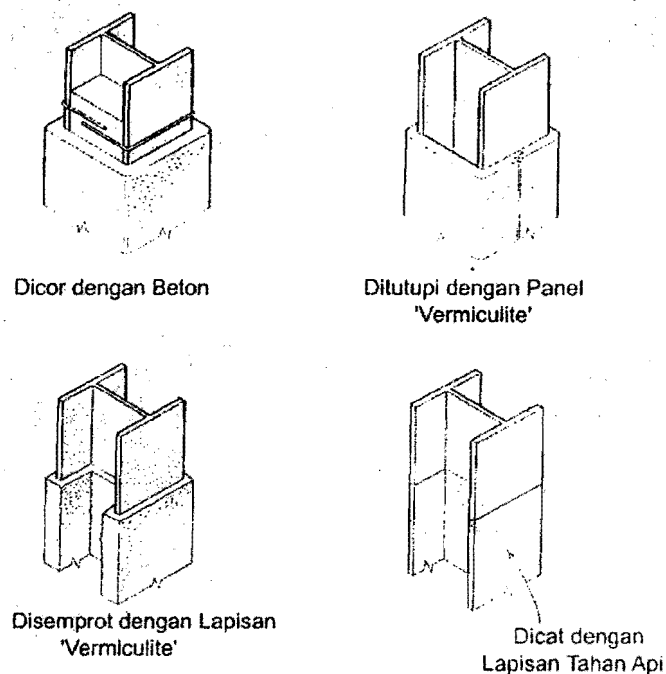


Gambar 6.2. Struktur Penyangga Perancah

Pada bangunan yang menggunakan struktur baja/komposit, pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih cepat, karena pada saat pekerjaan tanah dan fondasi

dilakukan, maka kolom dan balok baja dapat disiapkan di bengkel pabrikan baja. Setelah pekerjaan fondasi selesai, maka kolom-kolom baja dipasang di lokasi tertentu di mana angkur kolom telah disiapkan. Setelah kolom-kolom terpasang, maka balok dan balok anak dapat disambungkan ke kolom dengan baut tegangan tinggi ('HTB – high tensile bolt'). Selanjutnya, diatas balok-balok tersebut dapat dipasang pelat baja ('steel deck') dan tulangan baja yang berbentuk jaring ('wired mesh') dan tulangan penahan geser, yang selanjutnya dicor dengan adukan beton. Mengingat pelat baja berfungsi juga sebagai alas pelat lantai, maka tidak diperlukan cetakan beton dan 'steiger' sebagaimana yang dibutuhkan pada struktur yang menggunakan beton bertulang.

Untuk melindungi baja terhadap korosi dan bahaya kebakaran, di samping profil baja dilapisi dengan cat anti karat ('zinc chromate'), profil baja juga diberi lapisan pelindung terhadap api (Gambar 6.3).



Gambar 6.3. Beberapa Cara untuk Menjadikan Baja Tahan terhadap Api

## B. METODE PRA PABRIKASI

Untuk mempercepat proses pekerjaan pelaksanaan konstruksi bangunan, dan untuk menghemat lahan proyek, banyak komponen bangunan dikerjakan di luar lokasi

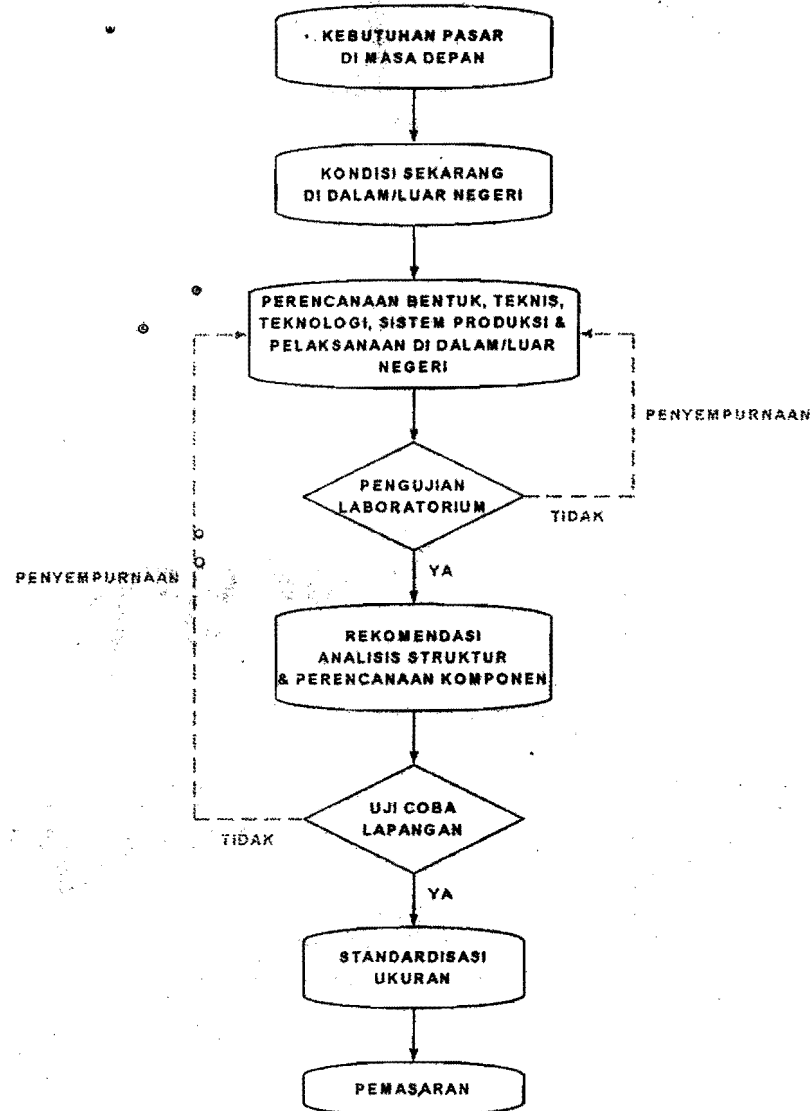
proyek, atau yang sering dikenal dengan pra pabrikan (*pre-fabricated*). Untuk bahan yang menggunakan beton, maka dikenal istilah beton pra cetak.

Salah satu kendala dari metode pra pabrikan ini terletak pada sistem sambungan antar komponen, khususnya bagi Indonesia yang berada dalam wilayah gempa bumi. Pada sistem konvensional di mana pengecoran dilakukan di tempat (*cast in situ*), struktur yang dihasilkan merupakan satu kesatuan yang monolit. Namun pengecoran dengan cara ini, jika dilakukan secara terus menerus, sulit dilaksanakan, mengingat diperlukannya waktu bagi proses pengeringan beton, kendala peralatan dan tenaga kerja. Dengan demikian, metode pra cetak menjadi alternatif pilihan pelaksanaan konstruksi.

Telah diuraikan sebelumnya, untuk penggunaan struktur baja, pekerjaan komponen struktur di lokasi lain sudah umum dilakukan. Kolom dan balok baja disiapkan di bengkel untuk kemudian dirakit di lokasi proyek. Untuk mempercepat pekerjaan, maka digunakan pelat baja untuk lantai (*steel deck*) yang diperkuat dengan tulangan yang berbentuk jaring (*wired mesh*).

Kendala lain pada metode pra pabrikan adalah ketelitian dan fleksibilitas rancangan. Dua hal ini menyangkut pada rancangan komponen pra pabrikan yang perlu disesuaikan dengan sistem modul. Koordinasi modul akan mempengaruhi banyaknya varian dan komponen pra pabrikan. Untuk mencapai efisiensi dalam penggunaan sistem pra pabrikan ini, tentunya jumlah varian dan komponen pra pabrikan tidak terlalu banyak ragamnya, karena menyangkut masalah cetakan, yang biaya pembuatannya juga tidak murah. Oleh sebab itu, untuk dapat menggunakan metode pra pabrikan ini volume pekerjaan menjadi salah satu pertimbangan utama, agar sistem dapat dilakukan secara optimal.

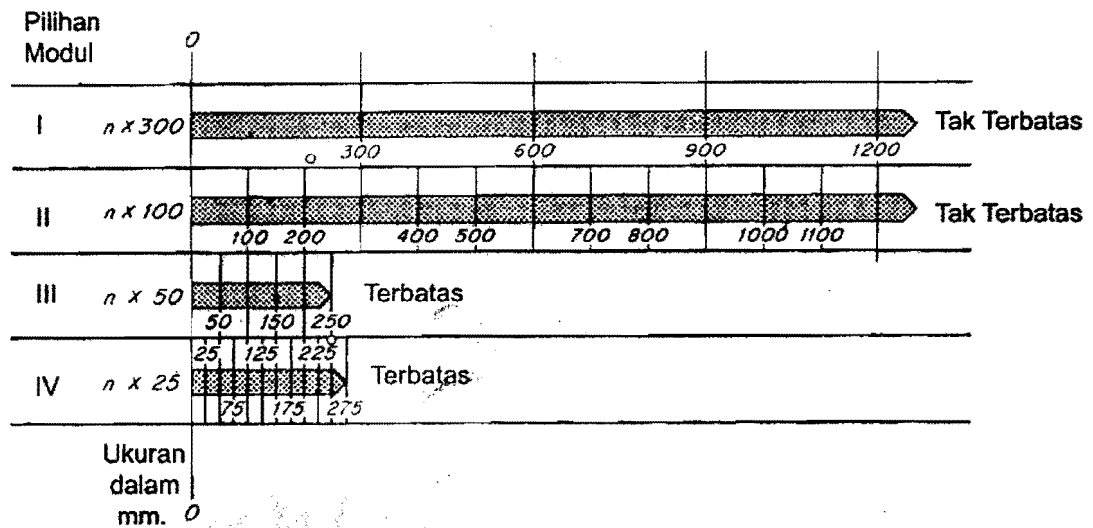
Strategi umum proses perencanaan sistem beton pracetak, dapat dilihat pada bagan alir berikut ini (Gambar 6.4).



Gambar 6.4. Proses Perencanaan Sistem Beton Pra Cetak

Kendala lain dalam sistem pracetak pada umumnya terletak pada masalah teknis, seperti konsep perencanaan dan perilaku sambungan, analisis distribusi tegangan, pengendalian dan ketelitian pelaksanaan, bentuk dan ukuran yang tidak fleksibel, serta perkembangan sektor industri konstruksi lainnya.

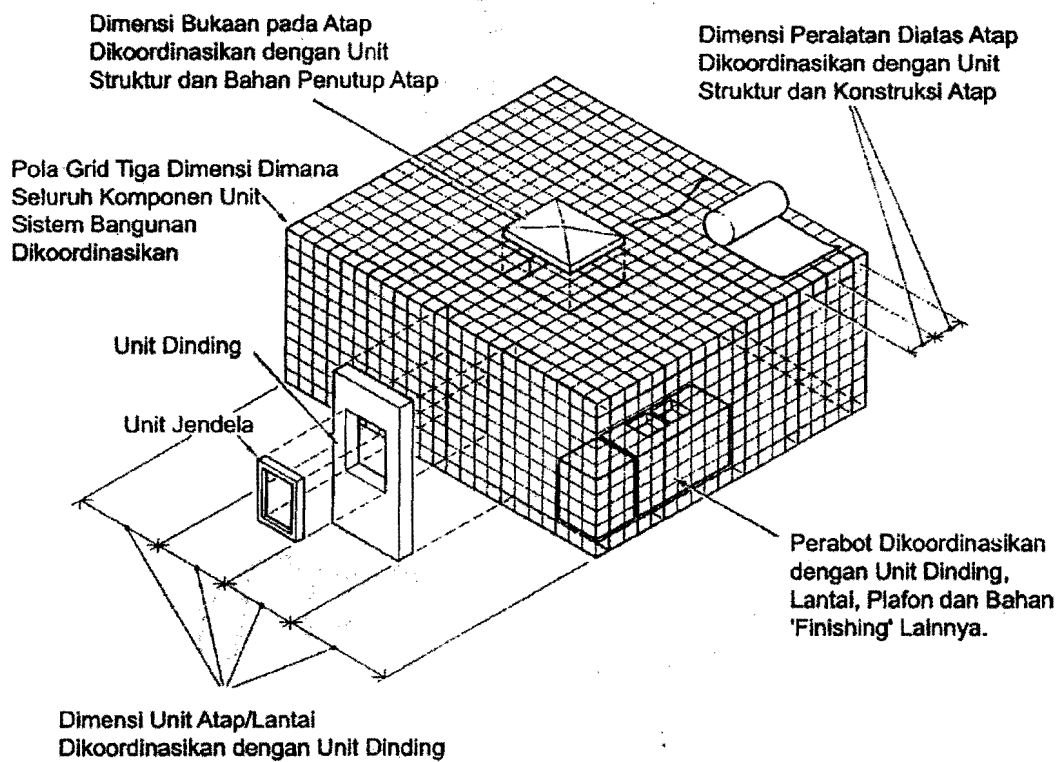
Metode pra cetak pada umumnya mengacu pada apa yang dinamakan koordinasi modular, yaitu suatu patokan ukuran (modul) yang merupakan kelipatan dari 100 mm atau 300 mm, di mana digunakan pada hampir semua produk baik yang terkait langsung dengan bangunan maupun yang secara tidak langsung dapat digunakan bagi kelengkapan bangunan (Gambar 6.5).



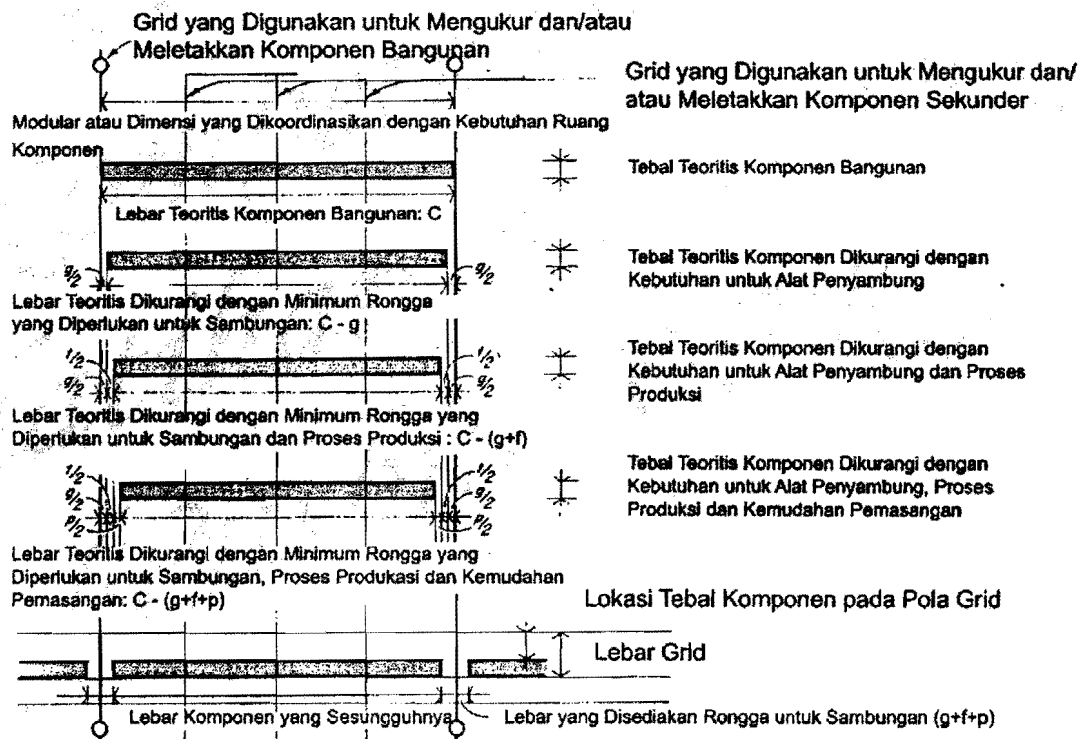
Gambar 6.5. Pilihan Ukuran Linier untuk Komponen Bangunan

Pada sistem bangunan, koordinasi modular ini berbentuk tiga dimensi berupa kubus dengan panjang sisi-sisinya 100 mm atau 300 mm. Keberhasilan rancangan tergantung dari rentang dan fleksibilitas bahan produksi yang dapat digunakan untuk keperluan bangunan (Gambar 6.6). Koordinasi modular digunakan bukan saja untuk tujuan efisiensi penggunaan bahan, tetapi juga untuk mempermudah pemilihan yang memungkinkan alternatif penggunaan yang lebih luas.

Hal yang perlu diperhatikan dalam metode beton pra cetak adalah besar toleransi yang dapat dilakukan dalam perencanaan komponen bangunan. Hal ini perlu diperhatikan adalah kemungkinan ketidaktekelitian antara jarak pola grid, dimensi teoritis komponen, sistem dan bentuk sambungan, serta proses produksi komponen pra cetak. Dengan demikian, dimensi komponen pra cetak mengalami modifikasi agar dapat menampung ketidaktekelitian yang ada, baik pada saat proses produksi dan pemasangan, maupun untuk mengantisipasi kemungkinan muai susut bahan (Gambar 6.7). Toleransi ini dapat juga digunakan untuk mengatasi kemungkinan kesalahan pengukuran atau kurang akuratnya alat penyambung.

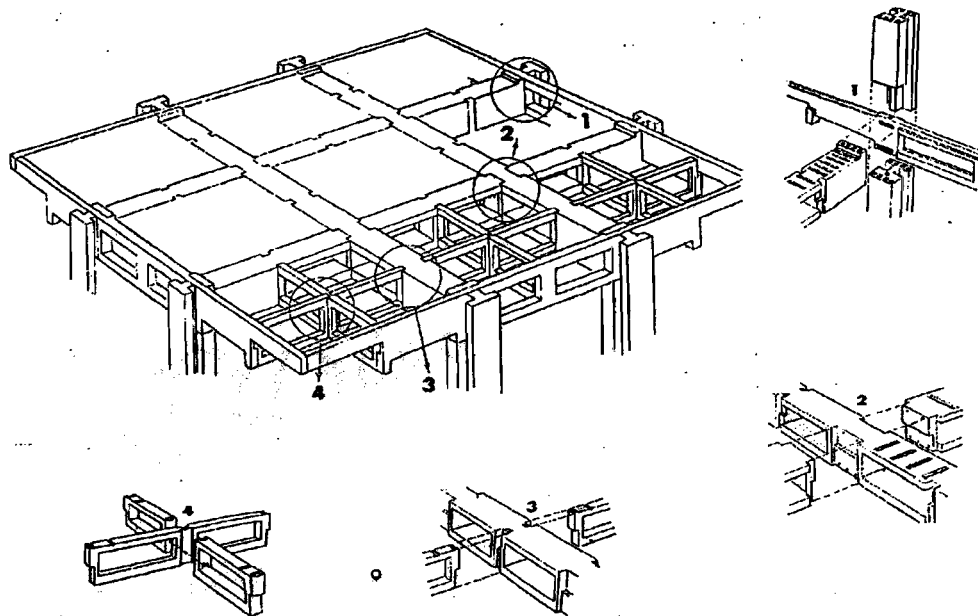


Gambar 6.6. Koordinasi Dimensi Komponen Bangunan



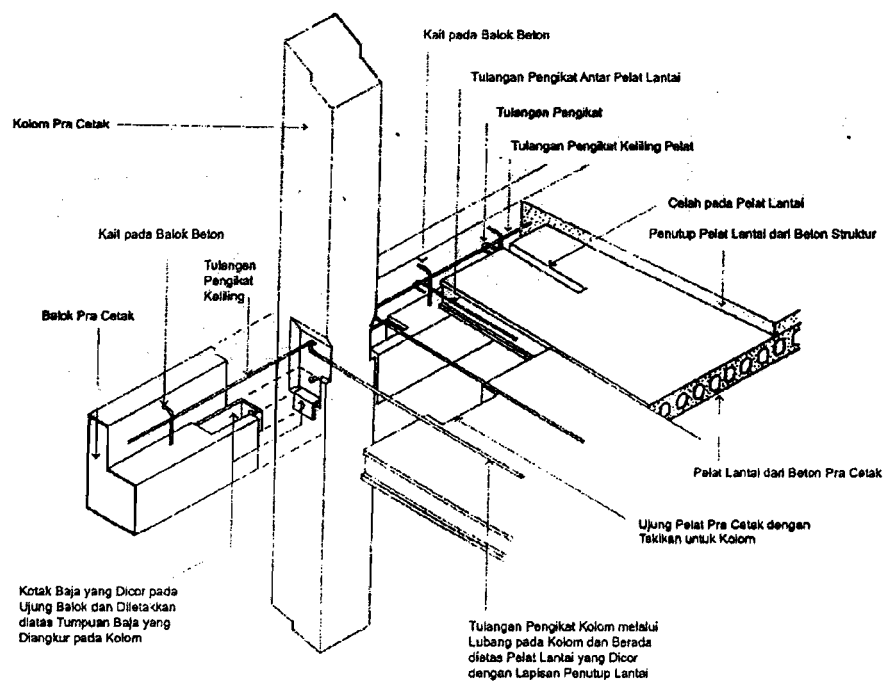
Gambar 6.7. Toleransi pada Perencanaan Dimensi Komponen Pra Cetak

Konstruksi beton pra cetak mempunyai sambungan yang bermacam-macam. Pada Gambar 6.8. diperlihatkan beberapa detail sambungan balok beton pracetak.



Gambar 6.8. Sambungan Balok Beton Pra Cetak

Pada Gambar 6.9. ditunjukkan pertemuan antara unit lantai, kolom dan balok.

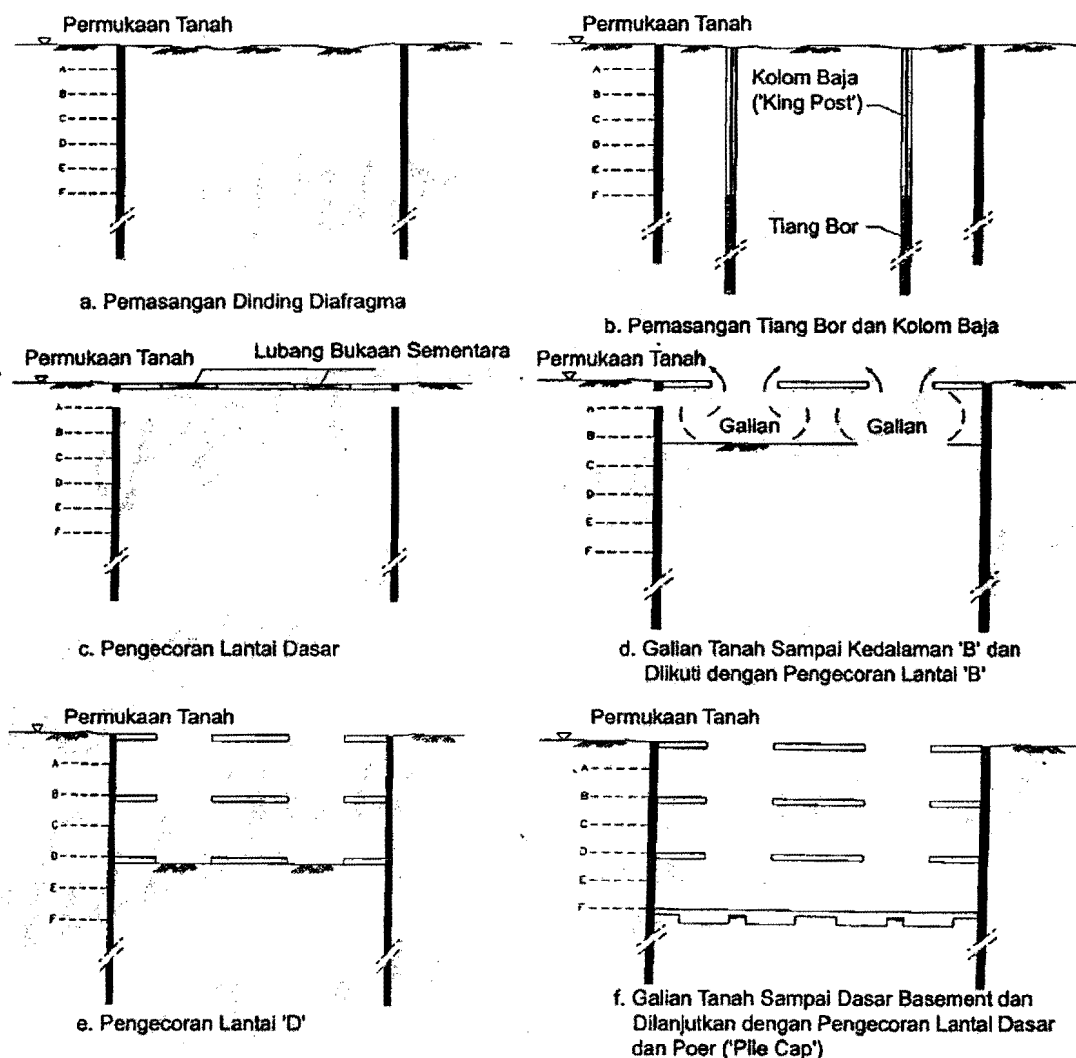


Gambar 6.9. Portal Beton Pra Cetak



### C. METODE 'Top Down Construction'

Pada metode konvensional, pelaksanaan basement dilakukan dengan cara menggali sampai kedalaman yang diinginkan, dan selanjutnya basement dibuat lapis demi lapis dari bawah ke atas. Pelaksanaan struktur basement pada metode 'top down' dilakukan dari basement yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai mencapai kedalaman basement yang diinginkan (Gambar 6.10).



Gambar 6.10. Skematik Tahapan Konstruksi

Tahap awal dari metode ini adalah membuat dinding penahan tanah yang dilakukan sebelum ada pekerjaan galian tanah (Gambar 6.10a). Alternatif yang dapat dilakukan adalah membuat dinding diafragma ('diaphragm wall'), tiang bor yang

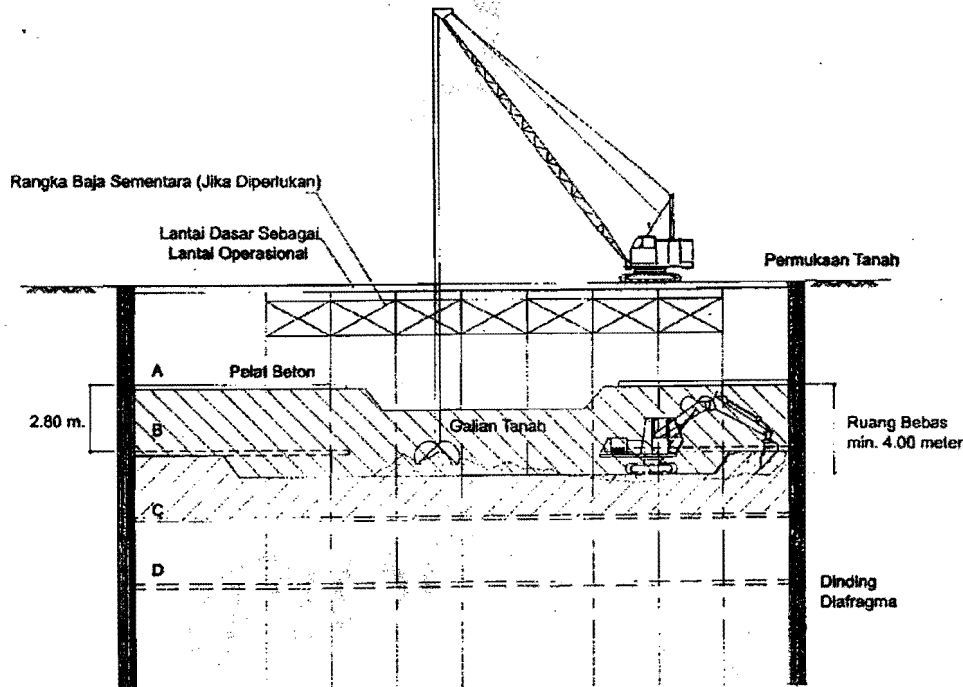
menerus (*'continuous bored piles'*) atau tiang pancang, baik berupa lempengan baja (*'steel sheet piles'*) atau beton pra cetak (*'soldier piles'*).

Setelah pekerjaan pembuatan dinding penahan tanah selesai, maka dibuat fondasi tiang bor yang menerus dengan *'king post'*. *'King post'* adalah bagian dari tiang fondasi pada posisi kolom basement, biasanya terbuat dari profil baja atau dapat juga menggunakan pipa baja (Gambar 6.10.b.). *'King post'* ini berfungsi untuk mendukung pelat lantai dan kolom sementara, yang nantinya diperkuat agar berfungsi sebagai kolom permanen.

Fungsi pelat lantai beton pada sistem konstruksi *'top down'* sangat penting, karena bukan saja berfungsi sebagai lantai untuk menahan beban matinya, tetapi juga sebagai penopang yang menahan deformasi lateral pada saat pelaksanaan pekerjaan galian tanah. Oleh sebab itu untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan, sistem pelat lantai yang digunakan adalah pelat tanpa balok (*'flat slabs'*), sehingga urutan pekerjaan menjadi sangat sederhana (Gambar 16.10.c, d, dan e) yaitu mengikuti langkah-langkah seperti yang tersebut dibawah ini:

- a. Meratakan tanah dan sekaligus dilakukan proses pemadatan tanah hingga elevasi/kedalaman yang diinginkan.
- b. Pembuatan lantai kerja dari beton ringan untuk penempatan perancah dan penulangan beton.
- c. Pengecoran beton pada pelat lantai.
- d. Penggalian pada lantai berikutnya, dan demikian seterusnya sampai mencapai kedalaman basement yang diinginkan (gambar 6.10.f).

Proses penggalian dan pengangkutan tanah kepermukaan dilakukan seperti yang terlihat pada Gambar 6.11.

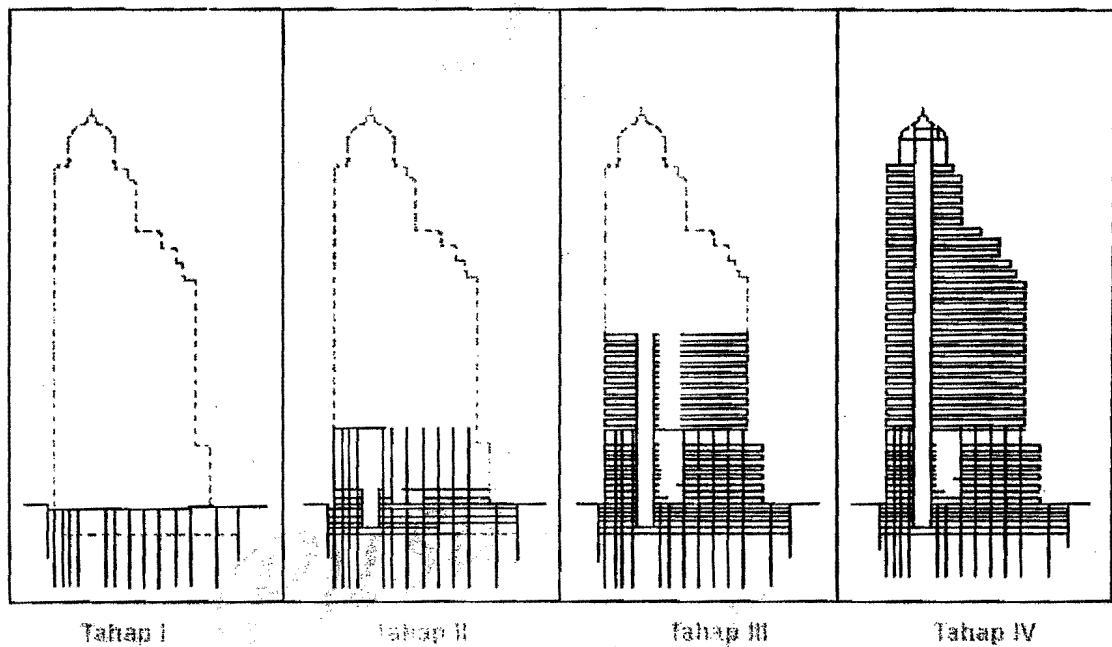


Gambar 6.11. Prinsip Penggalian dengan Metode 'Top-Down Construction'

#### D. METODE 'Up-Down Construction'

Metode ini merupakan pengembangan dari metode 'Top Down', di mana jika pada metode 'top down' pekerjaan difokuskan pada pembuatan basemen, maka pada metode 'up down', pada saat yang bersamaan dilakukan pekerjaan struktur bagian atas (Gambar 6.12.).

Dengan metode ini, maka pada saat dilakukan pekerjaan di kedalaman basemen yang kedua, kolom dan balok sudah mulai dikerjakan untuk lantai satu. Pada saat pekerjaan mencapai basemen keempat, pekerjaan struktur bagian atas sudah mencapai lantai empat, dan pada saat pekerjaan mencapai kedalaman basemen yang diinginkan, pekerjaan struktur bagian atas mencapai lantai enam. Perlu diingat pekerjaan struktur bagian atas hanya sampai pada pemasangan kolom, balok, 'steel deck' dan pembersihan pelat, sedang pengecorannya menunggu hingga kolom basemen sudah berfungsi sebagai kolom permanen.



Gambar 6.12. Tahap Pelaksanaan dengan Metode *'Up-Down Construction'*

Mengingat perubahan fungsi kolom permanen dimulai dari yang terbawah, maka pengecoran lantai bangunan atas dilakukan secara bertahap dimulai dari lantai bangunan atas yang terendah (dimulai dari lantai satu).

Metode ini efektif jika jumlah basement pada bangunan ini minimal empat lapis, dan struktur bagian atas menggunakan struktur komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

Alif Martadi, *Perencanaan Proyek dengan Metoda Jaringan Kerja*, Golden Terayon Press, 1986

Haji Zakaria Haji Yahya, *Project Network Analysis*, BSB SEAMEO VOTTECH, 1986

Iman Soeharto, *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta, 1995

Istimawan Dipohusodo, *Manajemen Proyek & Konstruksi*, Kanisius, Yogyakarta, 1996

Juwana, J.S., *Panduan Sistem Bangunan Tinggi – Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2005.

Larry J. Johnson, *Project Management*, Carter Track Publication, 1990

Magdalena Adiwardana Jamin, *Manajemen Proyek*, 1983

Sengupta, B & Guha, H, *Construction Management and Planning*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1995.

Soetomo Kajatmo, *Network Planning*, Departemen Pekerjaan Umum, 1997