



TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN JILID 1

untuk SMK

Dian Ariestadi



JILID 1

Dian Ariestadi

# Teknik Struktur Bangunan

untuk Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional



Dian Ariestadi

# TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN

JILID 1

**SMK**



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Dian Ariestadi

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

ARI ARIESTADI, Dian  
t Teknik Struktur Bangunan Jilid 1 untuk SMK /oleh Dian  
Ariestadi ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah  
Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan  
Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.  
ix. 114 hlm  
Daftar Pustaka : A1-A3  
Glosarium : B1-B6  
ISBN : 978-979-060-147-5  
978-979-060-148-2

Diterbitkan oleh

**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008  
Direktur Pembinaan SMK

---



## KATA PENGANTAR

Buku ini merupakan bagian dari program penulisan buku kejuruan yang dilaksanakan oleh Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah kejuruan (PSMK). Penulis merasa sangat bersyukur karena merupakan bagian dari program yang bertujuan untuk meningkatkan mutu pendidikan kejuruan. Buku sebagai salah satu sarana utama untuk meningkatkan mutu pendidikan pada bidang pendidikan kejuruan khususnya untuk tingkat pendidikan menengah saat ini masih sangat terbatas. Untuk itu semoga adanya buku ini akan semakin memperkaya sumber referensi pada Sekolah Menengah kejuruan.

Buku berjudul **Teknik Struktur Bangunan** dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan teori dan praktik tentang struktur bangunan. Pada dasarnya ilmu struktur bangunan merupakan teori dan pengetahuan yang tinjauannya sampai pada tingkat analisis dan perencanaan. Sebagai buku pegangan pada tingkat sekolah menengah kejuruan, maka struktur bangunan yang dimaksud lebih dibatasi dan ditekankan pada pengetahuan-pengetahuan praktis bentuk dan karakter struktur bangunan terutama elemen-elemen pembentuk struktur, sistem struktur dan rangkaiannya, tinjauan struktur berdasarkan bahannya, serta aplikasi teknik struktur pada bangunan gedung dan jembatan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian buku ini. Keluarga yang sangat mendukung, rekan-rekan dari kalangan akademis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, rekan-rekan profesi bidang jasa konstruksi bangunan, dan banyak pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya buku ini masih jauh dari sempurna, banyak kekurangan yang perlu untuk dilengkapi. Kritik dan saran untuk kesempurnaan buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini dapat dimanfaatkan bagi pengembangan pendidikan menengah kejuruan khususnya bidang teknik bangunan.

**Penulis**



## SINOPSIS

Buku berjudul **Teknik Struktur Bangunan** dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan teori dan praktik tentang struktur bangunan. Pada dasarnya teknik struktur bangunan merupakan teori dan pengetahuan dengan tingkat kompetensi sampai pada analisis dan perencanaan. Sebagai buku pegangan pada tingkat sekolah menengah kejuruan, maka struktur bangunan yang dimaksud lebih ditekankan pada pengetahuan-pengetahuan praktis bentuk dan karakter struktur bangunan terutama elemen-elemen pembentuk struktur, sistem struktur dan rangkaiannya, tinjauan struktur berdasarkan bahannya, serta aplikasi teknik struktur pada bangunan gedung dan jembatan.

Secara garis besar pembahasan dalam buku ini meliputi: penggambaran umum teknik bangunan, dalam BAB 1 terlebih dahulu dilakukan penggambaran tentang teknik bangunan secara umum. Gambaran teknik bangunan meliputi definisi tentang bangunan, bidang-bidang keilmuan pendukung dalam teknik bangunan, serta proses penyelenggaraan bangunan yang meliputi persyaratan-persyaratan dan kriteria desain sesuai ketentuan teknis dan perundangan yang berlaku. Pada bagian ini juga memberi gambaran tentang ketentuan K3 dan bidang teknik bangunan, manajemen perusahaan dan proyek konstruksi, hingga proses pelelangan dan jenis kontrak proyek konstruksi bangunan.

Saat ini alat bantu komputer telah diaplikasikan pada semua aktivitas kegiatan manusia. BAB 2 menguraikan aplikasi program komputer untuk bidang teknik bangunan. Diuraikan beberapa program yang banyak digunakan yaitu: MS Office untuk kegiatan pengolahan kata, data dan presentasi proyek, MS Project untuk manajemen pengelolaan pelaksanaan proyek, STAAD/Pro sebagai salah satu program untuk membantu analisis struktur, dan AutoCad yang merupakan program untuk menggambar teknik.

Pada BAB 3 diawali dengan membahas pengantar tentang teknik struktur bangunan, yang berisi definisi spesifik teknik struktur, sejarah struktur bangunan, hingga klasifikasi dan elemen-elemen struktur. Selanjutnya diuraikan tentang statika yang merupakan pengetahuan yang mendasari pemahaman struktur. Pembahasan meliputi statika gaya, kekuatan-kekuatan bahan dan stabilitas struktur.

Desain dan analisis elemen yang merupakan tahapan mendasar pengetahuan struktur bangunan diuraikan dalam BAB 4. Aspek desain dan analisis mendasar bentuk elemen struktur dan karakteristik perilakunya, terutama pada bentuk-bentuk mendasar struktur yaitu: struktur rangka batang, struktur balok dan struktur kolom. Melengkapi analisis elemen

struktur juga diuraikan tentang aplikasi konstruksi bangunan secara umum serta konstruksi bangunan bertingkat.

Struktur bangunan secara garis besar dikelompokkan atas struktur bangunan bawah dan sistem struktur bangunan atas. BAB 5 akan membahas pengetahuan mendasar untuk mendukung sistem struktur bangunan bawah. Untuk itu diuraikan pengetahuan tentang tanah dan pengujiannya, daya dukung tanah, serta aplikasi pondasi dan dinding penahan yang merupakan struktur utama pada bangunan bawah.

Aplikasi teknik struktur pada bangunan selalu berkaitan dengan penggunaan bahan-bahan tertentu. Bahan struktur saat ini berkembang dengan pesat serta memiliki jenis yang sangat beragam. BAB 6,7, dan 8, berisi tinjauan teknik struktur yang sudah diaplikasikan dengan penggunaan bahan utama konstruksi baja, beton, dan kayu. Uraian meliputi sifat-sifat bahan, bentuk dan karakteristik bahan, konstruksi elemen dan sambungan-sambungannya, serta beberapa aplikasi pada sistem struktur bangunan.

Pada BAB 9, dijelaskan aplikasi teknik struktur pada jenis dan sistem struktur bangunan jembatan. Berdasarkan tinjauan elemen dan sistem strukturnya, bangunan jembatan memiliki banyak kesamaan dengan sistem bangunan gedung. Untuk itu uraiannya juga meliputi bentuk struktur, elemen-elemen pembentuk, serta proses konstruksinya.

## DAFTAR ISI

|                    |     |
|--------------------|-----|
| KATA SAMBUTAN      | i   |
| KATA PENGANTAR     | ii  |
| SINOPSIS           | iii |
| DAFTAR ISI         | v   |
| PETA KOMPETENSI    | vi  |
| STANDAR KOMPETENSI | vii |

### BUKU JILID 1

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. LINGKUP PEKERJAAN DAN PERATURAN BANGUNAN</b>              | <b>1</b>  |
| 1.1. Ruang Lingkup Pekerjaan Bangunan                           | 1         |
| 1.2. Peraturan Bangunan   | 6         |
| 1.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)                       | 9         |
| 1.4. Kriteria Desain dalam Penyelenggaraan Bangunan             | 22        |
| 1.5. Manajemen Pelaksanaan Konstruksi                           | 28        |
| 1.6. Pelelangan Proyek Konstruksi                               | 33        |
| <br>  |           |
| <b>2. PENGGUNAAN PROGRAM KOMPUTER<br/>DALAM TEKNIK BANGUNAN</b> | <b>41</b> |
| 2.1. Aplikasi Komputer dalam Teknik Bangunan                    | 41        |
| 2.2. Aplikasi Program MS Office dalam Teknik Bangunan           | 43        |
| 2.3. Aplikasi Program MS Project dalam Teknik Bangunan          | 60        |
| 2.4. Aplikasi Program STAAD/Pro dalam Teknik Bangunan           | 73        |
| 2.5. Aplikasi Program AutoCad dalam Teknik Bangunan             | 88        |

### BUKU JILID 2

|  |            |
|--|------------|
| <b>3. STATIKA BANGUNAN</b>                             | <b>115</b> |
| 3.1. Elemen-elemen Sistem Struktur Bangunan            | 115        |
| 3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Struktur          | 126        |
| 3.3. Macam-macam Gaya dalam Struktur Bangunan          | 138        |
| 3.4. Cara Menyusun Gaya                                | 148        |
| 3.5. Statika Konstruksi Balok Sederhana                | 157        |
| 3.6. Analisis Rangka Batang ( <i>Truss</i> ) Sederhana | 169        |
| 3.7. Dasar-Dasar Tegangan                              | 175        |
| <br>   |            |
| <b>4. ANALISIS SISTEM STRUKTUR BANGUNAN</b>            | <b>181</b> |
| 4.1. Struktur Rangka Batang                            | 181        |
| 4.2. Struktur Balok                                    | 194        |
| 4.3. Struktur Kolom                                    | 204        |
| 4.4. Sistem Struktur pada Bangunan Gedung Bertingkat   | 210        |



|   |     |
|---|-----|
| <b>5. DAYA DUKUNG TANAH DAN PONDASI</b>   | 239 |
| 5.1. Tanah dan Sifat-sifatnya   | 239 |
| 5.2. Daya Dukung Tanah  | 250 |
| 5.3. Pondasi  | 253 |
| 5.4. Dinding Penahan ( <i>Retaining Wall</i> ):<br>tekanan lateral tanah dan struktur penahan tanah | 258 |

### **BUKU JILID 3**

|   |     |
|---|-----|
| <b>6. TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN<br/>DENGAN KONSTRUKSI BAJA</b>   | 267 |
| 6.1. Sifat Baja sebagai Material Struktur Bangunan              | 267 |
| 6.2. Jenis Baja Struktural                                      | 269 |
| 6.3. Konsep Sambungan Struktur Baja                             | 274 |
| 6.4. Penggunaan Konstruksi Baja                                 | 301 |
| <b>7. TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN<br/>DENGAN KONSTRUKSI BETON</b>  | 333 |
| 7.1. Sifat dan Karakteristik Beton sebagai<br>Material Bangunan | 334 |
| 7.2. Material Penyusun Beton Bertulang                          | 339 |
| 7.3. Konstruksi dan Detail Beton Bertulang                      | 347 |
| 7.4. Aplikasi Konstruksi Beton Bertulang                        | 363 |
| <b>8. TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN<br/>DENGAN KONSTRUKSI KAYU</b>   | 395 |
| 8.1. Sifat Kayu sebagai Material Konstruksi                     | 395 |
| 8.2. Penggolongan Produk Kayu di Pasaran                        | 399 |
| 8.3. Sistem Struktur dan Sambungan dalam Konstruksi Kayu        | 401 |
| 8.4. Aplikasi Struktur dengan Konstruksi Kayu                   | 417 |
| <b>9. TEKNIK STRUKTUR BANGUNAN JEMBATAN</b>                     | 429 |
| 9.1. Klasifikasi dan Bentuk Jembatan                            | 429 |
| 9.2. Elemen Struktur Jembatan                                   | 462 |
| 9.3. Pendirian Jembatan   | 470 |
| 9.4. Pendukung Struktur Jembatan                                | 471 |

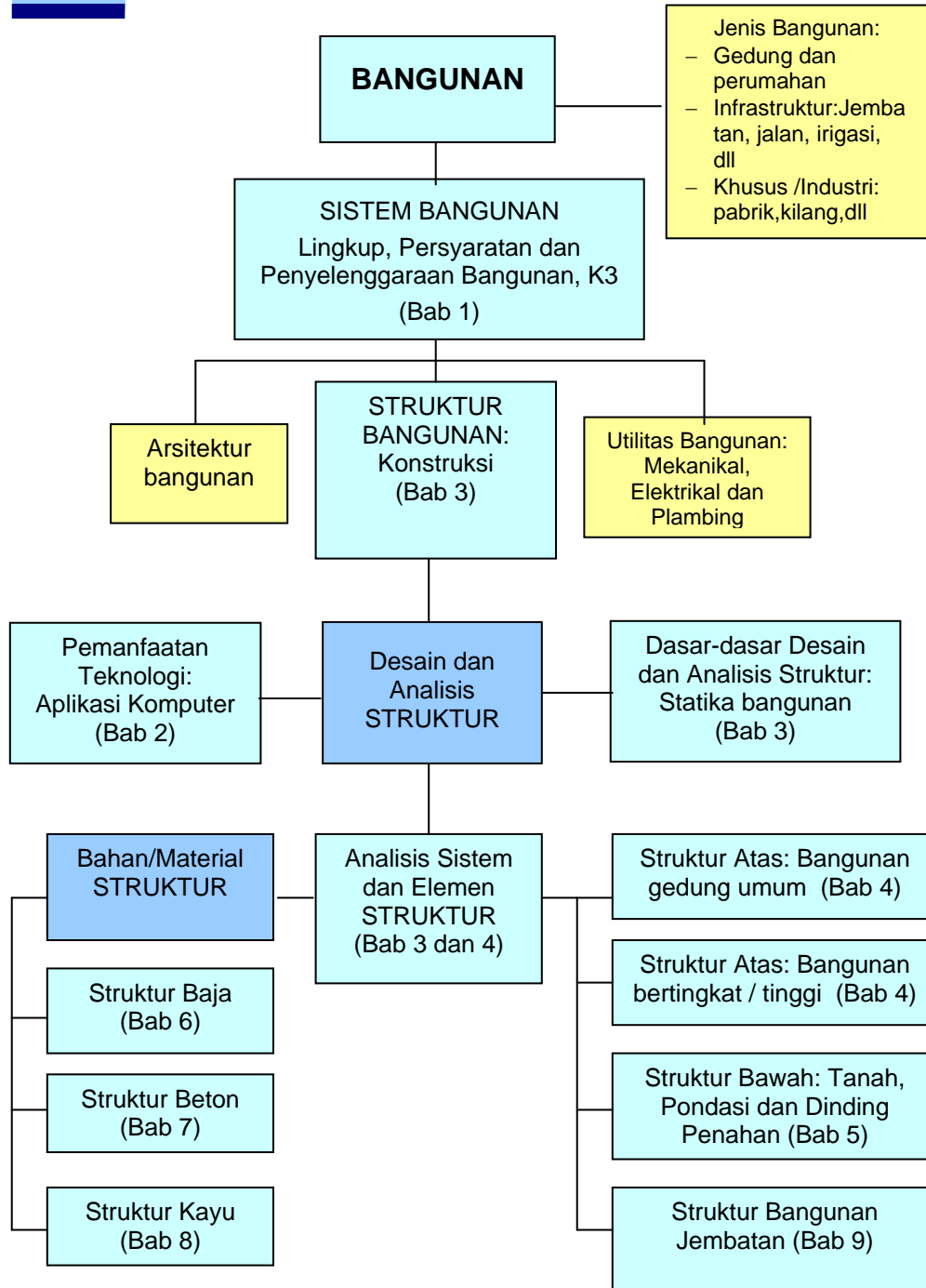
**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR ISTILAH**

**DAFTAR TABEL**

**DAFTAR GAMBAR**

## PETA KOMPETENSI



## STANDAR KOMPETENSI

| STANDAR KOMPETENSI  | KOMPETENSI DASAR  |
|---|---|
| 1. Memahami lingkup pekerjaan dan peraturan bangunan          | 1) Memahami ruang lingkup pekerjaan bangunan  |
|   | 2) Memahami Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terkait dengan pekerjaan bangunan |
|   | 3) Memahami Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)                                    |
|   | 4) Memahami kriteria desain   |
|   | 5) Memahami pelelangan bangunan   |
|   | 6) Memahami manajemen pelaksanaan konstruksi  |
| 2. Memahami penggunaan program komputer dalam teknik bangunan | 1) Memahami macam-macam program komputer untuk teknik bangunan                      |
|   | 2) Memahami pengoperasian program MS Office   |
|   | 3) Memahami pengoperasian program MS Project  |
|   | 4) Memahami pengoperasian program SAP/STAAD   |
|   | 5) Memahami pengoperasian program CAD   |
| 3. Memahami statika bangunan                                  | 1) Memahami elemen-elemen struktur  |
|   | 2) Memahami faktor yang mempengaruhi struktur                                       |
|   | 3) Memahami macam-macam gaya dalam struktur bangunan                                |
|   | 4) Memahami cara menyusun gaya  |
|   | 5) Memahami konstruksi balok sederhana (sendi dan rol)                              |
|   | 6) Memahami gaya batang pada konstruksi rangka sederhana                            |
|   | 7) Memahami tegangan pada struktur  |
| 4. Memahami analisa berbagai struktur                         | 1) Memahami analisis struktur rangka batang   |
|   | 2) Memahami analisis struktur balok   |
|   | 3) Memahami analisis struktur kolom   |
|   | 4) Memahami analisis konstruksi bangunan bertingkat                                 |
| 5. Memahami daya dukung tanah dan pondasi                     | 1) Memahami sifat-sifat tanah   |
|   | 2) Memahami daya dukung tanah   |
|   | 3) Memahami berbagai macam pondasi  |
|   | 4) Memahami berbagai macam dinding / perkuatan penahan tanah                        |
| 6. Memahami konstruksi baja                                   | 1) Memahami sifat-sifat baja  |
|   | 2) Memahami bentuk-bentuk baja struktural   |
|   | 3) Memahami konsep sambungan baja   |
|   | 4) Memahami penggunaan konstruksi baja di lapangan                                  |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 7. Memahami konstruksi beton    | 1) Memahami sifat-sifat beton                       |
|                                 | 2) Memahami bahan penyusun beton                    |
|                                 | 3) Memahami detail penulangan beton                 |
|                                 | 4) Memahami penggunaan konstruksi beton di lapangan |
| 8. Memahami konstruksi kayu     | 1) Memahami sifat-sifat beton                       |
|                                 | 2) Memahami penggolongan kayu                       |
|                                 | 3) Memahami cara penyambungan konstruksi kayu       |
|                                 | 4) Memahami penggunaan konstruksi kayu di lapangan  |
| 9. Memahami konstruksi jembatan | 1) Memahami berbagai bentuk jembatan                |
|                                 | 2) Memahami elemen struktur jembatan                |
|                                 | 3) Memahami cara mendirikan jembatan                |
|                                 | 4) Memahami pendukung struktur jembatan             |



# 1. LINGKUP PEKERJAAN DAN PERATURAN BANGUNAN

## 1.1. Ruang Lingkup Pekerjaan Bangunan

**Bangunan** adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukan baik yang ada di atas, di bawah tanah dan/atau di air. Bangunan biasanya dikonotasikan dengan rumah, gedung ataupun segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya seperti halnya jembatan dan konstruksinya serta rancangannya, jalan, sarana telekomunikasi, dan lain-lain.

**Teknik bangunan** adalah suatu disiplin ilmu teknik yang berkaitan dengan perencanaan, disain, konstruksi, operasional, renovasi dan pemeliharaan bangunan, termasuk juga kaitannya dengan dampaknya terhadap lingkungan sekitar.



Gambar 1.1. Proyek konstruksi

Sumber: wikipedia



Gambar 1.2. Konstruksi gedung

Sumber: wikipedia

**Konstruksi** merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada suatu atau pada beberapa area. Suatu pekerjaan

konstruksi merupakan gabungan atau rangkaian dari banyak pekerjaan. Pekerjaan konstruksi umumnya diatur oleh seorang manajer konstruksi (*construction manager*), serta dilaksanakan dan diawasi oleh manajer proyek, tenaga teknik perancangan (*design engineer*) atau arsitek lapangan (*project architect*).

**Proyek konstruksi** adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan seperti contoh pada gambar 1.1, umumnya mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan disiplin lain seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap.

### 1.1.1. Lingkup Pekerjaan dan Proyek Bangunan

Bangunan adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi, oleh karena itu proyek bangunan selanjutnya disebut juga proyek konstruksi.

Secara umum, proyek konstruksi dibagi atas 3 jenis, yaitu:

- **Proyek bangunan perumahan/pemukiman (*residential Construction*)**, merupakan proyek pembangunan perumahan pemukiman didasarkan pada tahapan pembangunan yang secara serempak dengan penyediaan prasarana penunjang. Jenis proyek ini sangat memerlukan perencanaan yang matang untuk infra struktur yang ada dalam lingkungan pemukiman tersebut seperti jaringan jalan, air bersih, listrik dan fasilitas lainnya
- **Konstruksi bangunan gedung (*building construction*)**, merupakan tipe proyek konstruksi yang paling banyak dilakukan. Tipe konstruksi ini menekankan pada pertimbangan konstruksi dan teknologi praktis, dan pertimbangan pada peraturan bangunan setempat. (gambar 1.2)
- **Proyek Konstruksi Teknik Sipil (*heavy engineering construction*)**, merupakan suatu proses penambahan infrastruktur pada suatu lingkungan terbangun (*built environment*). Pemilik proyek (*owner*) biasanya pemerintah baik pada tingkat nasional atau daerah. Pada proyek ini elemen desain, finansial dan pertimbangan hukum tetap menjadi pertimbangan penting, walaupun proyek ini lebih bersifat non-profit dan mengutamakan pelayanan masyarakat (*public services*). Beberapa proyek konstruksi yang termasuk pada jenis proyek ini antara lain proyek pembangkit listrik, jalan raya (gambar 1.3), jalan kereta api, bendungan, pertambangan, dan lainnya.



**Gambar 1.3. Jalan raya**  
sumber: wikipedia

- **Konstruksi Bangunan Industri (*industrial construction*)**, merupakan bagian yang relatif kecil dari industri konstruksi, namun merupakan suatu komponen yang penting. Pemilik proyek (*owner*) biasanya merupakan suatu perusahaan atau industri besar, seperti perusahaan minyak, farmasi, kimia dan industri lain. Proses yang dilakukan dalam industri ini membutuhkan keahlian khusus di bidang perencanaan, desain dan konstruksi.

Di Indonesia, jenis pekerjaan konstruksi disebutkan dalam undang-undang jasa konstruksi (UU no 18 tahun 1999), meliputi:

- **Pekerjaan arsitektural** yang mencakup antara lain pengolahan bentuk dan massa bangunan gedung berdasarkan fungsi serta persyaratan yang diperlukan setiap pekerjaan konstruksi.
- **Pekerjaan sipil** yang mencakup antara lain pembangunan pelabuhan, bandar udara, jalan kereta api, pengamanan pantai, saluran irigasi atau kanal, bendungan, terowongan, struktural gedung, jalan, jembatan, reklamasi rawa, pekerjaan pemasangan perpipaan, pekerjaan pemboran, dan pembukaan lahan.
- **Pekerjaan mekanikal dan elektrikal** merupakan pekerjaan pemasangan produk-produk rekayasa industri.
  - **Pekerjaan mekanikal** mencakup antara lain pemasangan turbin, pendirian dan pemasangan instalasi pabrik, kelengkapan instalasi bangunan, pekerjaan pemasangan perpipaan air, minyak dan gas.
  - **Pekerjaan elektrikal** mencakup antara lain pembangunan jaringan transmisi dan distribusi kelistrikan, pemasangan instalasi kelistrikan, telekomunikasi beserta kelengkapannya.
- **Pekerjaan tata lingkungan** mencakup antara lain: pekerjaan pengolahan dan penataan akhir bangunan maupun lingkungannya.

### 1.1.2. Bidang Ilmu dalam Teknik Bangunan

Disiplin ilmu yang relevan dengan teknik bangunan dan konstruksi antara lain:

- Teknik Sipil untuk struktur bangunan dan pondasi
- Arsitektur, untuk desain bangunan meliputi bentuk bangunan, fungsi, peraturan bangunan dan spesifikasinya
- Mekanikal, untuk penghawaan, pengkondisian udara dan sistem pelayanan mekanikal bangunan
- Elektrikal, untuk distribusi daya serta sistem kontrol dan elektrik bangunan
- Fisika bangunan untuk pencahayaan dan akustika bangunan
- Ekonomi rekayasa untuk studi kelayakan dan analisis proyek secara ekonomi
- Manajemen untuk pengelolaan atau manajemen proyek



## Teknik Sipil

Teknik sipil adalah salah satu cabang ilmu teknik yang mempelajari tentang bagaimana merancang, membangun, merenovasi tidak hanya gedung dan infrastruktur, tetapi juga mencakup lingkungan untuk kemaslahatan hidup manusia. Cabang-cabang ilmu teknik sipil dengan aplikasi seperti pada gambar 1.4, antara lain:

**STRUKTUR**, cabang yang mempelajari masalah struktural dari material yang digunakan untuk pembangunan. Beberapa pilihan jenis material bangunan diantaranya: baja, beton, kayu, kaca atau bahan lainnya. Dalam bidang ini dipelajari lebih mendalam hal yang berkaitan dengan perencanaan struktur bangunan, jalan, jembatan, terowongan dari pembangunan pondasi hingga bangunan siap digunakan.



**Gambar 1.4. Macam pekerjaan konstruksi teknik sipil**  
sumber: wikipedia

**GEOTEKNIK**, cabang yang mempelajari struktur dan sifat berbagai macam tanah dalam menopang suatu bangunan yang akan berdiri di atasnya. Cakupannya dapat berupa investigasi lapangan yang merupakan penyelidikan keadaan-keadaan tanah suatu daerah dan diperkuat dengan penyelidikan laboratorium.

**MANAJEMEN KONSTRUKSI**, cabang yang mempelajari masalah dalam proyek konstruksi yang berkaitan dengan ekonomi, penjadwalan pekerjaan, pengembalian modal, biaya proyek, serta semua hal yang berkaitan dengan hukum dan perizinan bangunan hingga pengorganisasian pekerjaan di lapangan sehingga diharapkan bangunan tersebut selesai tepat waktu.

**HIDROLOGI dan LINGKUNGAN**, cabang yang mempelajari air dan lingkungan alam, pengendalian dan permasalahannya. Mencakup bidang ini antara lain cabang ilmu hidrologi air (berkenaan dengan cuaca, curah hujan, debit air sebuah sungai dsb), hidrolika (sifat material air, tekanan air, gaya dorong air, dsb) dan bangunan air seperti pelabuhan, dam, irigasi, waduk/bendungan, kanal hingga teknik penyehatan.

**TRANSPORTASI**, cabang yang mempelajari mengenai sistem transportasi dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Mencakup bidang ini antara lain konstruksi dan pengaturan jalan raya, konstruksi bandar udara, terminal, stasiun dan manajemennya.

INFORMATIKA TEKNIK SIPIL, cabang baru yang mempelajari penerapan teknologi komputer untuk perhitungan dan pemodelan sebuah sistem dalam proyek pembangunan atau penelitian bangunan. Mencakup bidang ini antara lain berupa pemodelan struktur bangunan (struktural dan material atau CAD), pemodelan pergerakan air tanah atau limbah, pemodelan lingkungan dengan Teknologi GIS (*Geographic Information System*).

### **Arsitektur**

Arsitektur adalah pengetahuan dan seni untuk merancang bangunan dan struktur, dalam pengertian yang lebih luas mencakup perancangan keseluruhan lingkungan terbangun, mulai dari tingkat makro untuk perencanaan kota, kawasan atau lingkungan, lansekap atau bentang alam, hingga tingkat mikro untuk perancangan detail konstruksi bangunan dan desain perabot atau furnitur.

Arsitektur sebagai proses awal perencanaan dan perancangan ruang dan fisik bangunan harus mempertimbangkan segala aspek kehidupan dalam prosesnya. Tujuan arsitektur yang harus dipenuhi dengan baik adalah pemenuhan akan kegunaan (fungsi), kekuatan (struktur), dan keindahan (estetika).

Bidang-bidang perancangan arsitektur meliputi:

- Lingkungan Ruang Dalam Bangunan (*Building Indoor Environment*) meliputi aspek-aspek lingkungan dalam disain, analisis dan efisiensi energi, kesehatan dan kenyamanan bangunan. Kekhususan bidangnya antara lain kenyamanan termal, kualitas udara, penerangan buatan, akustik, HVAC dan sistem kontrol.
- *Building Envelope* adalah suatu aplikasi yang menggambarkan semua area dari teknik bangunan, khususnya ilmu bangunan dan lingkungan ruang dalam. Bidang ini memfokuskan pada analisa dan disain selubung bangunan, meliputi ketahanan bangunan, perpindahan panas dan kelembaban serta interaksi dengan lingkungan ruang dalam.
- *Building Science* menekankan pada analisis dan kontrol dari fenomena fisika yang mempengaruhi tampilan material bangunan dan sistem penutup bangunan.
- *Building Structure* mempertimbangkan prinsip-prinsip mekanika struktur, perilaku material dan analisisnya dan disain baja, beton bertulang, struktur bangunan kayu.
- Manajemen Konstruksi (*Construction Management*) meliputi teknik konstruksi, proses konstruksi, perencanaan, penjadwalan, pengendalian proyek, pekerja dan pengaturan bangunan.
- *Computer Aided Engineering*
- Efisiensi Energi (*Energy Efficiency*) meliputi analisa, disain, dan kontrol efisiensi energi atau *low-energy*, sistem HVAC, serta *intelligent building*

## Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP)

Mekanikal, elektrikal dan plumbing atau MEP merupakan pekerjaan instalasi sistem dan peralatan dalam bangunan sebagai bagian dari fungsi pelayanan bangunan atau utilitas bangunan (*building utility*). Di Indonesia pengetahuan MEP termasuk dalam bidang-bidang ilmu teknik mesin dan teknik elektro.

Keahlian MEP yang termasuk dalam bidang ilmu teknik mesin:

- Instalasi dan mesin-mesin generator listrik dan pompa-pompa air, mesin pengkondisian udara, lift dan eskalator, dll
- Teknik pengelasan
- Mesin dan alat berat konstruksi

Keahlian MEP yang termasuk dalam bidang ilmu teknik elektro:

- Instalasi dan peralatan daya listrik
- Instalasi dan peralatan listrik penerangan
- Instalasi penangkal petir
- Instalasi dan peralatan telepon, jaringan komputer dan multimedia, sistem deteksi dan kontrol bangunan

## 1.2. Peraturan Bangunan

Jasa konstruksi merupakan salah satu kegiatan dalam bidang ekonomi, sosial, dan budaya yang mempunyai peranan penting dalam pencapaian berbagai sasaran guna menunjang terwujudnya tujuan pembangunan nasional. Pembangunan nasional bertujuan untuk mewujudkan masyarakat adil dan makmur yang merata material dan spiritual berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945.

Untuk mengembangkan jasa konstruksi diperlukan pengaturan jasa konstruksi yang terencana, terarah, terpadu, dan menyeluruh dalam bentuk Undang-undang sebagai landasan hukum. Undang-undang yang dikeluarkan pemerintah selanjutnya dilengkapi dengan peraturan pemerintah, keputusan presiden, peraturan presiden, peraturan menteri, keputusan menteri, surat edaran, hingga peraturan institusi atau lembaga yang berwenang. Undang-undang yang telah dikeluarkan pemerintah sesuai dengan bidang-bidang konstruksi, antara lain:

- Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung
- Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
- Undang-undang Nomor 4 Tahun 2004 tentang Jalan

Terkait dengan jasa konstruksi, pemerintah mengeluarkan **undang-undang Nomor 18 tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi** yang mengatur tentang ketentuan umum, usaha jasa konstruksi, pengikatan pekerjaan konstruksi, penyelenggaraan pekerjaan konstruksi, kegagalan bangunan, peran masyarakat, pembinaan, penyelesaian sengketa, sanksi, ketentuan peralihan, dan ketentuan penutup. Dengan Undang-undang tentang jasa konstruksi ini, maka semua penyelenggaraan jasa konstruksi yang dilakukan

di Indonesia oleh pengguna jasa dan penyedia jasa, baik nasional maupun asing, wajib mematuhi seluruh ketentuan yang tercantum dalam undang-undang tentang jasa konstruksi.

Undang-undang tentang Jasa Konstruksi ini menjadi landasan untuk menyesuaikan ketentuan yang tercantum dalam peraturan perundang-undangan lainnya yang terkait. Undang-undang ini mempunyai hubungan komplementaritas dengan peraturan perundang-undangan lainnya, antara lain tentang: keselamatan kerja, perusahaan, perindustrian, ketenagalistrikan, kesehatan kerja, perasuransian, jaminan sosial tenaga kerja, perseroan terbatas, hak cipta dan paten, pengelolaan lingkungan hidup, arbitrase dan penyelesaian sengketa, serta penataan ruang.

### **1.2.1. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Bangunan**

Standar Nasional Indonesia (disingkat SNI) adalah satu-satunya standar yang berlaku secara nasional di Indonesia. SNI dirumuskan oleh Panitia Teknis dan ditetapkan oleh BSN. Distribusi SNI menurut sektor *International Classification for Standard (ICS)*, yang terbagi menjadi 9 sektor sebagai berikut:

- pertanian dan teknologi pangan
- konstruksi
- elektronika
- teknologi informasi dan komunikasi
- teknologi rekayasa
- infrastruktur dan ilmu alam secara umum
- kesehatan, keselamatan dan lingkungan
- teknologi material
- teknologi khusus
- transportasi dan distribusi pangan

Selanjutnya, SNI bidang konstruksi dan bangunan dikelompokkan oleh Departemen Pekerjaan Umum ke dalam bidang-bidang terkait yang lebih spesifik, antara lain: struktur bangunan, konstruksi, keselamatan bangunan, gedung, perumahan, jembatan, jalan, bahan dan material, dan lainnya. Saat ini SNI bidang konstruksi yang telah mencapai kurang lebih 769 SNI, yang dikelompokkan atas metoda, spesifikasi dan tata cara. Beberapa contoh daftar SNI untuk bidang struktur seperti pada tabel 1.1.

**Tabel 1.1. Daftar SNI struktur bangunan**

(sumber [www.pu.go.id/balitbang/sni/](http://www.pu.go.id/balitbang/sni/))

| No | No SNI             | Judul  |
|----|--------------------|--|
| 1  | SNI 03-1734-1989   | Tata Cara Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang Untuk Rumah dan Gedung  |
| 2  | SNI 03-2847-1992   | Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung  |
| 3  | SNI 03-3430-1994   | Tata Cara Perencanaan Dinding Struktur Pasangan Blok Beton Berongga Bertulang Untuk Bangunan Rumah dan Gedung                      |
| 4  | SNI 03-3445-1994   | Tata Cara Pemasangan Panel Beton Ringan Berserat.  |
| 5  | SNI 03-4164-1996   | Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium  |
| 6  | SNI 03-4165-1996   | Metode Pengujian Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium   |
| 7  | SNI 03-4166-1996   | Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium  |
| 8  | SNI 03-6435-2000   | Metode Pengujian Kedataran dan Kerataan Lantai Menggunakan Sistem Bilangan F   |
| 9  | SNI 03-6760-2002   | Metode Pengujian Pembebanan Lantai Beton Bertulang Pada Bangunan Bertingkat dengan Beban Air                                       |
| 10 | SNI 03-6761-2002   | Metode Pengujian untuk Tiang Tunggal terhadap Beban Tarik Aksial Statis  |
| 11 | SNI 03-6762-2002   | Metode Pengujian Tiang Pancang Terhadap Beban Lateral  |
| 12 | SNI 03-6763-2002   | Spesifikasi Tabung Baja Karbon Struktural yang Dibentuk dalam Keadaan Panas dengan Dilas Tanpa Kampuh                              |
| 13 | SNI 03-6764-2002   | Spesifikasi Baja Struktural  |
| 14 | SNI 03-6880-2002   | Spesifikasi beton struktural   |
| 15 | SNI 07-0242.1-2000 | Spesifikasi Pipa Baja yang Dilas dan Tanpa Sambungan dengan Lapis Hitam dan Galvanis Panas   |
| 16 | SNI 07-6402-2000   | Spesifikasi Tabung Baja Karbon Struktural Berbentuk Bulat dan Lainnya yang Dibentuk Dalam Keadaan Dingin dengan Dilas Tanpa Kampuh |
| 17 | SNI 07-6403-2000   | Spesifikasi Pelat Baja Karbon dengan Kuat Tarik Rendah dan Medium  |

### 1.2.2. Norma, Standar, Prosedur dan Manual (NSPM)

Ditetapkannya NSPM dimaksudkan untuk memberikan panduan dan kemudahan bagi pihak-pihak yang berkepentingan dalam bidang pekerjaan konstruksi untuk melaksanakan kegiatan pembangunan prasarana dan sarana guna mempertahankan mutu pekerjaan atau bahkan dalam skala tertentu untuk menjaga kepentingan masyarakat agar tidak dirugikan akibat dampak pembangunan di bidang pekerjaan konstruksi (PU).

NSPM Kimpraswil terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok SNI sebanyak 13 bagian dan kelompok pedoman, petunjuk manual teknis sebanyak enam bagian yang keseluruhannya merupakan standar atau bagian dari norma, standar, pedoman dan manual dalam penyelenggaraan bidang pekerjaan umum. SNI disahkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) sedang pedoman, petunjuk, manual teknis ditetapkan oleh instansi pengawasan pembangunan yaitu departemen Pekerjaan Umum.

Beberapa NSPM adalah:

- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara bangunan gedung
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara keselamatan bangunan
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Struktur Bangunan.
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Air bersih.
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Air Minum Perkotaan.
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bendung, Bendungan, Sungai, Irigasi, Pantai.
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Keselamatan Bangunan.
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara bangunan jembatan
- NSPM. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Lalulintas, lingkungan jalan, sanitasi dan persampahan

### 1.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Penerapan prinsip K3 di proyek sangat perlu diperhatikan dalam pekerjaan konstruksi. Pelaksana konstruksi harus mengetahui dan menerapkan prinsip-prinsip kerja sesuai ketentuan K3 di lingkungan proyek.

#### 1.3.1. Kelengkapan Administrasi K3

Setiap pelaksanaan pekerjaan konstruksi wajib memenuhi kelengkapan administrasi K3, meliputi:

- Pendaftaran proyek ke departemen tenaga kerja setempat
- Pendaftaran dan pembayaran asuransi tenaga kerja (Astek)
- Pendaftaran dan pembayaran asuransi lainnya, bila disyaratkan proyek
- Ijin dari kantor kimpraswil tentang penggunaan jalan atau jembatan yang menuju lokasi untuk lalu-lintas alat berat



- Keterangan laik pakai untuk alat berat maupun ringan dari instansi yang berwenang memberikan rekomendasi
- Pemberitahuan kepada pemerintah atau lingkungan setempat

### 1.3.2. Penyusunan *Safety Plan*

*Safety plan* adalah rencana pelaksanaan K3 untuk proyek yang bertujuan agar dalam pelaksanaan nantinya proyek akan aman dari kecelakaan dan bahaya penyakit sehingga menghasilkan produktivitas kerja yang tinggi. *Safety plan* berisi:

- Pembukaan yang berisi: Gambaran proyek dan Pokok perhatian untuk kegiatan K3
- Resiko kecelakaan dan pencegahannya
- Tata cara pengoperasian peralatan
- Alamat instansi terkait: Rumah sakit, Polisi, Depnaker, Dinas Pemadam kebakaran.



**Gambar 1.5 Keselamatan kerja konstruksi**

Sumber: [wiryanto.wordpress.com/2007/06/07/keselamatan-kerja-konstruksi/](http://wiryanto.wordpress.com/2007/06/07/keselamatan-kerja-konstruksi/)

Contoh isi *safety plan* seperti pada tabel 1.2 tentang resiko kecelakaan dan pencegahannya, serta tabel 1.3 tentang tata cara pengoperasian alat.

### 1.3.3. Pelaksanakan Kegiatan K3 di Lapangan

Pelaksanaan kegiatan K3 di lapangan meliputi:

- Kegiatan K3 di lapangan berupa pelaksanaan *safety plan*, melalui kerja sama dengan instansi yang terkait K3, yaitu depnaker, polisi dan rumah sakit.
- Pengawasan pelaksanaan K3, meliputi kegiatan:
  - *Safety patrol*, yaitu suatu tim K3 yang terdiri dari 2 atau 3 orang yang melaksanakan patroli untuk mencatat hal-hal yang tidak sesuai ketentuan K3 dan yang memiliki resiko kecelakaan.
  - *Safety supervisor*, adalah petugas yang ditunjuk manajer proyek untuk mengadakan pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan dilihat dari segi K3.
  - *Safety meeting*; yaitu rapat dalam proyek yang membahas hasil laporan *safety patrol* maupun *safety supervisor*
- Pelaporan dan penanganan kecelakaan, terdiri dari:
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan ringan
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan berat
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan dengan korban meninggal
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan peralatan berat

**Tabel 1.2. Contoh *safety plan* resiko kecelakaan dan pencegahannya**  
(sumber PT Pembangunan Perumahan, 2003)

| No.  | Lokasi & Risiko Kecelakaan                          | Pencegahan/ Penanganan   | Penanggung Jawab |
|------|---|--|------------------|
| 1.   | <b><u>Pekerjaan fondasi Franki</u></b>              |  |                  |
| 1.1. | Orang jatuh dari <i>crane</i>                       | - pakai sabuk pengaman waktu naik  |                  |
| 1.2. | Kejatuhan <i>split</i> / beton                      | - pakai helm pengaman sewaktu kerja  |                  |
| 1.3. | <i>Crane</i> amblas                                 | - ratakan tanah sebelum <i>crane</i> masuk proyek<br>- pakai <i>II-beam</i> untuk dudukan <i>crane</i>   |                  |
| 1.4. | Orang terperosok/jatuh ke lubang <i>franki pile</i> | - urug segera setelah dicor  |                  |
| 1.5. | <i>Sling crane</i> putus                            | - cek kondisi <i>sling</i> sebelum mulai kerja setiap hari kerja   |                  |
| 2.   | <b>Galian Basement</b>                              |  |                  |
| 2.1. | Lokasi banjir                                       | - buat <i>side ditch</i> (galian tepi), arahkan ke <i>sum-pit</i> , lalu pompa airnya keluar lokasi.   |                  |
| 2.2. | Bekisting batako ambruk                             | - pasang batako-dari tinggi rencana<br>- urug segera bekas galian samping dan bagian atasnya diplester<br>- tutup segera dengan terpal bila akan hujan |                  |
| 2.3. | Tanah galian longsor                                | - buat kemiringan pada galian.<br>- tutup segera dengan terpal bila akan hujan   |                  |
| 2.4. | Terjatuh ke dalam galian                            | - buat pagar pengaman<br>- buat tangga turun ke lokasi galian<br>- pasang rambu-rambu peringatan   |                  |
| 2.5. | Jalan depan lokasi proyek kotor                     | - buat tempat (kolam) cuci ban kendaraan, dan buang tanah yang mengendap secara periodik<br>- tutup bak kendaraan tanah dengan terpal.                 |                  |



**Tabel 1.2. Contoh safety plan resiko kecelakaan dan pencegahannya (lanjutan)**  
(sumber PT Pembangunan Perumahan, 2003)

|      |   |   |
|------|---|---|
| 2.6. | Kecelakaan mobil waktu akan keluar/masuk proyek | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pasang rambu peringatan lalu lintas di jalan raya</li> <li>- atur lalu lintas bila ada kendaraan keluar/masuk</li> </ul>   |
| 3.   | <u>Erection Tower Crane.</u>                    |   |
| 3.1. | Crane service amblas                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- perkuat tanah dengan matras</li> </ul>   |
| 3.2. | Crane TC miring                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pasang angkur pondasi sehingga benar-benar "level" (di-waterpass)</li> <li>- cek pengelasan angkur sehingga yakin kuat</li> </ul>  |
| 3.3. | Baut/ kunci-kunci jatuh.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- taruh di keranjang TC</li> </ul>   |
| 3.4. | Orang kejatuhan baut.                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- cegah selama erection agar orang tidak berada di bawah langsung</li> <li>- pasang rambu "Awas Benda Jatuh!"</li> <li>- pakai helm selama bekerja</li> </ul>  |
| 3.5. | Tower crane ambruk.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- periksa pondasi agar sesuai ketentuan</li> <li>- pasang sabuk/labrang pada tiap empat lantai</li> <li>- pasang rambu beban</li> <li>- dipasang switch otomatis bila overcut.</li> <li>- pasang penangkal petir</li> </ul>  |
| 4.   | <u>Universal Lift</u>                           |   |
| 4.1. | Kabin lift meluncur melewati rel.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- cek kondisi lift</li> <li>- pasang rel lebih tinggi 6 meter dari pemberhentian lift</li> <li>- pasang switch otomatis agar lift-pit berhenti maksimum pada posisi lantai teratas</li> <li>- cek kedudukan lift pada pondasi agar "level" (di-waterpass)</li> <li>- pasang labrang pegangan tiap 2 lantai.</li> </ul> |
| 4.2. | Orang jatuh                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- atur/tempatkan kabin lift sedekat mungkin dengan pemberhentian</li> <li>- pasang pagar pengaman pada daerah pemberhentian.</li> </ul>  |

**Tabel 1.3. Contoh *safety plan* tata cara pengoperasian alat**  
(sumber PT Pembangunan Perumahan, 2003)

| No. | Pemeriksaan Elemen Alat   | Penanganan Selama Operasi  | Keterangan |
|-----|---|--|------------|
| 1.  | <b>Alat Pancang</b><br>a. Periksa semua <i>sling</i><br>b. Periksa beam landasan alat pancang<br>c. Periksa roda penggerak alat pancang<br>d. Periksa selang hidrolik<br>e. Periksa air pendingin air penggerak<br>f. Periksa tutup kipas mesin   | a. Jalan perlahan-lahan pada besi <i>H- beam</i><br>b. Posisi <i>hammer</i> selalu di bawah setelah selesai atau istirahat<br>c. Utamakan keselamatan kerja<br>d. Pakai helm<br>e. Pakai sarung tangan<br>f. Sepatu kerja  |            |
| 2.  | <b>Excavator</b><br>a. Periksa semua <i>sling</i> hidrolik<br>b. Periksa oli hidrolik<br>c. Periksa tutup kipas angin<br>d. Periksa pen-pen <i>excavator</i><br>e. Periksa <i>switch</i> hidrolik   | a. Hindari sewaktu alat memutar<br>b. Memberikan kode (klakson) sewaktu alat memutar<br>c. Utamakan keselamatan kerja.<br>d. Istirahat alat keruk ke posisi bawah  |            |
| 3.  | <b>Tower Crane</b><br>a. Periksa pen-pen <i>boom</i> <i>section</i><br>b. Periksa oli hidrolik<br>c. Periksa <i>sling</i> angkat<br>d. Periksa panel listrik<br>e. Periksa <i>switch</i> otomatis<br>f. Periksa kanvas rem<br>g. Periksa seluruh <i>beaving</i><br>h. Periksa poli <i>sling</i> | a. Angkat sesuai dengan kapasitas<br>b. Sewaktu <i>swing sling</i> angkut dalam posisi aman<br>c. Aba-aba sesuai dengan alat HT.<br>d. Pengikat bahan-bahan yang mau diangkut dalam keadaan kuat<br>e. <i>Bucket cor</i> dalam keadaan tidak bocor<br>f. Sewaktu istirahat dalam keadaan terkunci<br>g. Utamakan keselamatan kerja |            |

**Tabel 1.3. Contoh *safety plan* tata cara pengoperasian alat (*lanjutan*)**  
(sumber PT Pembangunan Perumahan, 2003)

|    |  |   |
|----|--|---|
| 4. | <i>Bar Cutter</i>                      |   |
|    | a. Periksa pisau potong                | a. Pemotongan sesuai dengan kapasitas                 |
|    | b. Periksa <i>switch</i>               | b. Memakai sarung tangan                              |
|    | c. Periksa kabel-kabel                 | c. Memakai helm                                       |
|    | d. Periksa baut-baut                   | d. Memakai sepatu kerja                               |
|    | e. Periksa kekencangan <i>van belt</i> |   |
|    | f. Cek stop limit <i>switch</i>        |   |
|    | g. Periksa pelumas                     |   |
| 5. | <i>Bar Bender</i>                      |   |
|    | a. Periksa kabel-kabel.                | a. Pembengkokan sesuai dengan kapasitas               |
|    | b. Periksa <i>switch-switch</i>        | b. Memakai sarung tangan                              |
|    | c. Periksa stop limit <i>switch</i>    | c. Memakai sepatu kerja                               |
|    | d. Periksa <i>van belt</i>             | d. Memakai helm.                                      |
|    | e. Periksa baut-baut                   |   |
|    | f. Periksa oli.                        |   |
| 6. | <i>Generating Set</i>                  |   |
|    | a. Periksa oli mesin                   | a. Jauhkan tempat bahan bakar                         |
|    | b. Periksa air radiator                | b. Memakai tutup telinga                              |
|    | c. Periksa bahan bakar                 | c. Menyediakan tabung                                 |
|    | d. Periksa tutup kipas mesin           | d. Tidak boleh ada jemuran dekat kipas radiator       |
|    | e. Periksa <i>van belt</i>             | e. Sewaktu membersihkan alat mesin dalam keadaan mati |
|    | f. Periksa baut-baut                   | f. Periksa panel listrik                              |
|    | g. Cek warna gas                       | g. Utamakan keselamatan kerja                         |

### 1.3.4. Pelatihan Program K3

Pelatihan program K3 yang terdiri atas 2 bagian, yaitu:

- Pelatihan secara umum, dengan materi pelatihan tentang panduan K3 di proyek, misalnya:
  - Pedoman praktis pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek bangunan gedung
  - Penanganan, penyimpanan dan pemeliharaan material
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan sipil
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan finishing luar
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan mekanikal dan elektrikal
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan finishing dalam
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan bekisting
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembesian
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan sementara
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan rangka baja
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan struktur khusus
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembetonan
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pondasi pile dan strutting
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembongkaran
- Pelatihan khusus proyek, yang diberikan pada saat awal proyek dan di tengah periode pelaksanaan proyek sebagai penyegaran, dengan peserta seluruh petugas yang terkait dalam pengawasan proyek, dengan materi tentang pengetahuan umum tentang K3 atau *Safety plan* proyek yang bersangkutan

### 1.3.5. Perlengkapan dan Peralatan K3



**Gambar 1.6 Papan promosi K3**

Sumber: [wiryanto.wordpress.com/2007/06/07/keselamatan-kerja-konstruksi/](http://wiryanto.wordpress.com/2007/06/07/keselamatan-kerja-konstruksi/)

Perlengkapan dan peralatan penunjang program K3, meliputi:

- promosi program K3; yang terdiri dari:
  - pemasangan bendera K3, bendera RI, bendera perusahaan.
  - Pemasangan *sign-board* K3 yang berisi antara lain slogan-slogan yang mengingatkan perlunya be-kerja dengan selamat

- Sarana peralatan yang melekat pada orang atau disebut perlengkapan perlindungan diri (*personal protective equipment*), diantaranya:
  - Pelindung mata dan wajah  
Kaca mata *safety* (gambar 1.7a) merupakan peralatan yang paling banyak digunakan sebagai pelindung mata. Meskipun kelihatannya sama dengan kacamata biasa, namun kaca mata *safety* lebih kuat dan tahan benturan serta tahan panas dari pada kaca mata biasa. *Goggle* memberikan perlindungan yang lebih baik dibandingkan *safety glass* sebab lebih menempel pada wajah (gambar 1.7b)

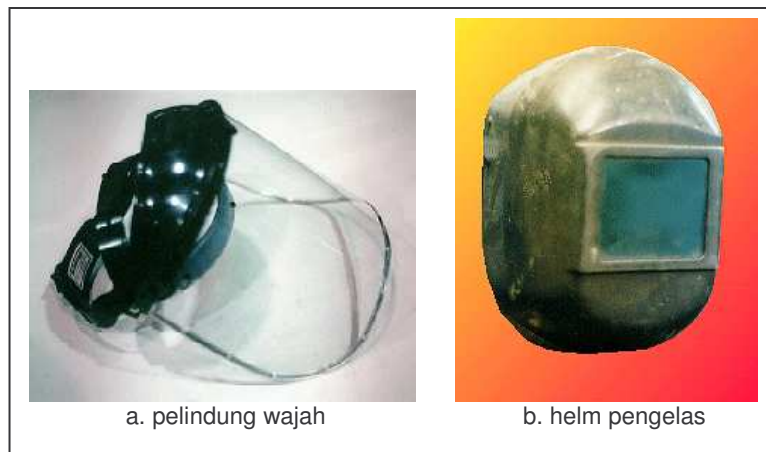


**Gambar 1.7 Peralatan pelindung mata**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

Pelindung wajah (gambar 1.8a) memberikan perlindungan menyeluruh pada wajah dari bahaya percikan bahan kimia, obyek yang beterbangan atau cairan besi. Banyak dari pelindung wajah ini dapat digunakan bersamaan dengan penggunaan helm.

Helm pengelas (gambar 1.8b) memberikan perlindungan baik pada wajah dan juga mata. Helm ini menggunakan lensa penahan khusus yang menyaring intensitas cahaya serta energi panas yang dihasilkan dari kegiatan pengelasan.

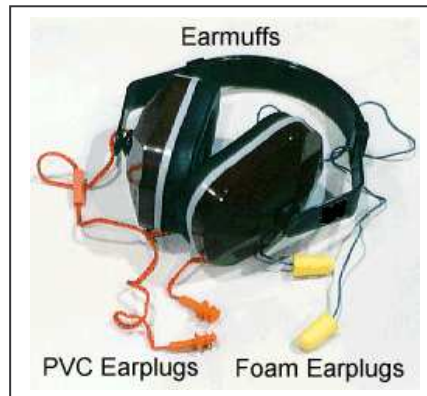


**Gambar 1.8 Jenis peralatan pelindung wajah**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)



- Pelindung pendengaran, dan jenis yang paling banyak digunakan: *foam earplugs*, *PVC earplugs*,  *earmuffs* (gambar 1.9)



**Gambar 1.9 Macam-macam pelindung pendengaran**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

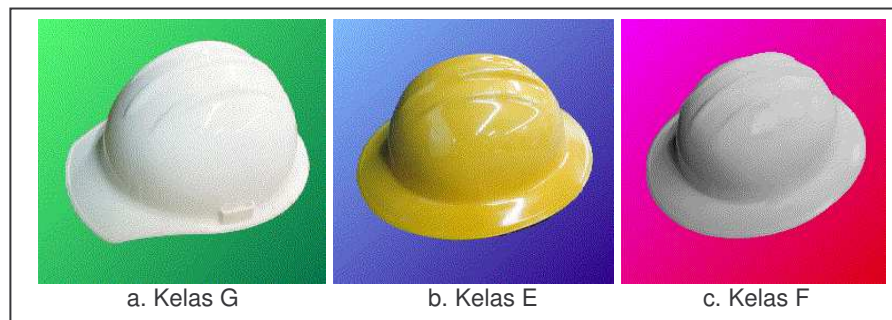
- Pelindung kepala atau helm (*hard hat*) yang melindungi kepala karena memiliki hal berikut: lapisan yang keras, tahan dan kuat terhadap benturan yang mengenai kepala; sistem suspensi yang ada didalamnya bertindak sebagai penahan guncangan; beberapa jenis dirancang tahan terhadap sengatan listrik; serta melindungi kulit kepala, wajah, leher, dan bahu dari percikan, tumpahan, dan tetesan.

Jenis-jenis pelindung kepala seperti pada gambar 1.10, antara lain:

Kelas G untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh; dan melindungi dari sengatan listrik sampai 2.200 volts.

Kelas E untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh, dan dapat melindungi dari sengatan listrik sampai 20.000 volts.

Kelas F untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh, TIDAK melindungi dari sengatan listrik, dan TIDAK melindungi dari bahan-bahan yang merusak (korosif)



**Gambar 1.10 Jenis helm pelindung kepala**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

- Pelindung kaki berupa sepatu dan sepatu boot, seperti terlihat pada gambar 1.11a-g, antara lain:
  - a) *Steel toe*, sepatu yang didesain untuk melindungi jari kaki dari kejatuhan benda
  - b) *Metatarsal*, sepatu yang didesain khusus melindungi seluruh kaki dari bagian tuas sampai jari
  - c) *Reinforced sole*, sepatu ini didesain dengan bahan penguat dari besi yang akan melindungi dari tusukan pada kaki
  - d) *Latex/Rubber*, sepatu yang tahan terhadap bahan kimia dan memberikan daya cengkeram yang lebih kuat pada permukaan yang licin.
  - e) *PVC boots*, sepatu yang melindungi dari lembab dan membantu berjalan di tempat becek
  - f) *Vinyl boots*, sepatu yang tahan larutan kimia, asam, alkali, garam, air dan darah
  - g) *Nitrile boots*, sepatu yang tahan terhadap lemak hewan, oli, dan bahan kimia

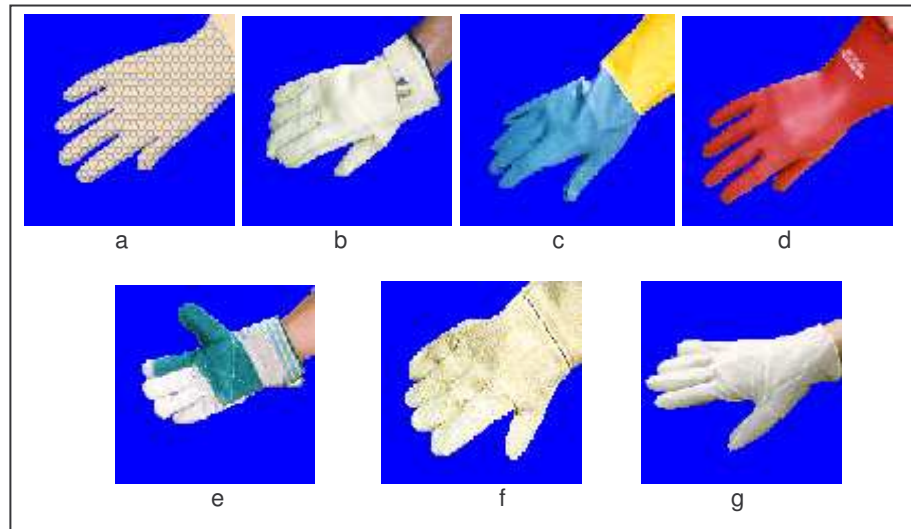


**Gambar 1.11 Jenis sepatu dan boots pelindung kaki**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

- Pelindung tangan berupa sarung tangan dengan jenis-jenisnya seperti terlihat pada gambar 1.12a-g, antara lain:
  - a) *Metal mesh*, sarung tangan yang tahan terhadap ujung benda yang tajam dan melindungi tangan dari terpotong
  - b) *Leather gloves*, melindungi tangan dari permukaan yang kasar.

- c) *Vinyl dan neoprene gloves*, melindungi tangan dari bahan kimia beracun
- d) *Rubber gloves*, melindungi tangan saat bekerja dengan listrik
- e) *Padded cloth gloves*, melindungi tangan dari sisi yang tajam, bergelombang dan kotor.
- f) *Heat resistant gloves*, melindungi tangan dari panas dan api
- g) *Latex disposable gloves*, melindungi tangan dari bakteri dan kuman



**Gambar 1.12 Jenis sarung tangan pelindung**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

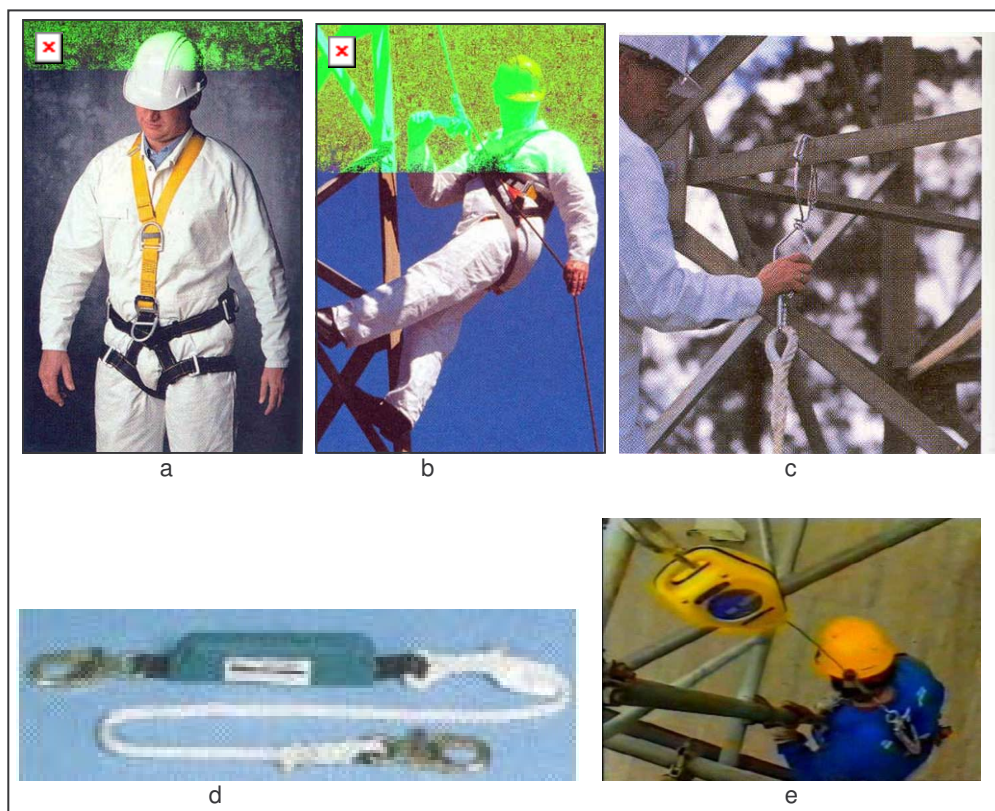
- Pelindung bahaya jatuh dengan jenis-jenis antara lain: (gambar 1.13)
  - a) *Full Body Hardness* (Pakaian penahan Bahaya Jatuh), sistim yang dirancang untuk menyebarkan tenaga benturan atau guncangan pada saat jatuh melalui pundak, paha dan pantat. Pakaian penahan bahaya jatuh ini dirancang dengan desain yang nyaman bagi si pemakai dimana pengikat pundak, dada, dan tali paha dapat disesuaikan menurut pemakainya. Pakaian penahan bahaya jatuh ini dilengkapi dengan cincin “D” (high) yang terletak dibelakang dan di depan dimana tersambung tali pengikat, tali pengaman atau alat penolong lain yang dapat dipasangkan
  - b) *Life Line* (tali kaitan), tali kaitan lentur dengan kekuatan tarik minimum 500 kg yang salah satu ujungnya diikatkan ketempat kaitan dan menggantung secara vertikal, atau diikatkan pada tempat kaitan yang lain untuk digunakan secara horisontal
  - c) *Anchor Point* (Tempat Kaitan), tempat menyangkutkan pengait yang sedikitnya harus mampu menahan 500 kg per pekerja yang menggunakan tempat kaitan tersebut. Tempat kaitan harus



## 1. lingkup pekerjaan dan peraturan bangunan

dipilih untuk mencegah kemungkinan jatuh. Tempat kaitan, jika memungkinkan harus ditempatkan lebih tinggi dari bahu pemakainya

- d) *Lanyard* (Tali Pengikat), tali pendek yang lentur atau anyaman tali, digunakan untuk menghubungkan pakaian pelindung jatuh pekerja ke tempat kaitan atau tali kaitan. Panjang tali pengikat tidak boleh melebihi 2 meter dan harus yang kancing pengaitnya dapat mengunci secara otomatis
- e) *Refracting Life Lines* (Pengencang Tali kaitan), komponen yang digunakan untuk mencegah agar tali pengikat tidak terlalu kendur. Tali tersebut akan memanjang dan memendek secara otomatis pada saat pekerja naik maupun pada saat turun.



**Gambar 1.13 Jenis peralatan pelindung jatuh**

sumber: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)

- sarana peralatan lingkungan berupa:
  - tabung pemadam kebakaran
  - pagar pengaman
  - penangkal petir darurat
  - pemeliharaan jalan kerja dan jembatan kerja

- jaring pengamanan pada bangunan tinggi
- pagar pengamanan lokasi proyek
- tangga
- peralatan P3K
- rambu-rambu peringatan, antara lain dengan fungsi:
  - peringatan bahaya dari atas
  - peringatan bahaya benturan kepala
  - peringatan bahaya longsor
  - peringatan bahaya api
  - peringatan tersengat listrik
  - penunjuk ketinggian (untuk bangunan yang lebih dari 2 lantai)
  - penunjuk jalur instalasi listrik kerja sementara
  - penunjuk batas ketinggian penumpukan material
  - larangan memasuki area tertentu
  - larangan membawa bahan-bahan berbahaya
  - petunjuk untuk melapor (keluar masuk proyek)
  - peringatan untuk memakai alat pengaman kerja
  - peringatan ada alat/mesin yang berbahaya (untuk lokasi tertentu)
  - peringatan larangan untuk masuk ke lokasi power listrik (untuk orang-orang tertentu)

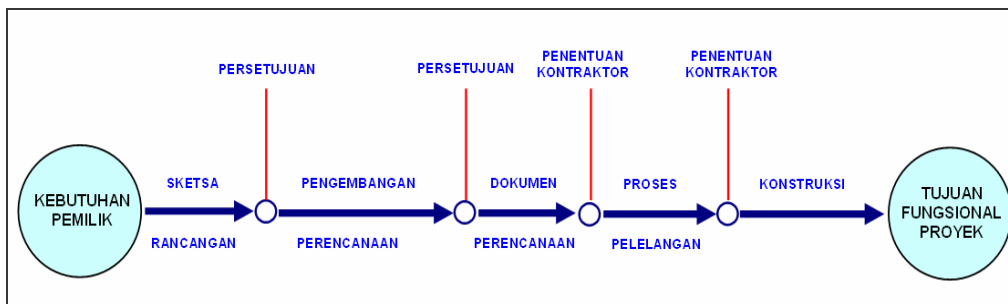


Gambar 1.14 Contoh rambu-rambu peringatan K3  
Sumber: H&S Symbols, internet browsing

#### 1.4. Kriteria Desain dalam Penyelenggaraan Bangunan

Penyelenggaraan bangunan adalah kegiatan pembangunan yang meliputi proses perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi, serta kegiatan pemanfaatan, pelestarian, dan pembongkaran. Jasa penyelenggaraan bangunan melewati suatu proses seperti gambar 1.15 yang dapat diurutkan secara garis besar sebagai berikut:

- Tahap perencanaan dan perancangan, dimana pada tahap ini bangunan yang akan dibuat dimodelkan dalam suatu bentuk 2 dimensi (gambar) atau 3 dimensi (maket) disertai dengan berbagai dokumen tertulis sebagai pendukung (Rencana Anggaran Biaya/RAB, spesifikasi teknis dan lain-lain). Keseluruhan dokumen ini, yang disebut sebagai dokumen perencanaan, akan dijadikan sebagai acuan bagi tahap selanjutnya.
- Tahap *assembling*/perakitan, dimana tahap ini merupakan tahap pilihan yang tidak selalu dilaksanakan, tergantung dari kondisi proyek. Perakitan merupakan pekerjaan konstruksi skala kecil pada elemen bangunan seperti kuda-kuda baja, elemen pracetak, dan lain-lain. Tahap ini bisa dilaksanakan di lapangan atau di lokasi *workshop*/pabrik.
- Tahap konstruksi, dimana tahap ini merupakan tahap akhir pembuatan bangunan di lapangan. Tahap ini dilaksanakan dengan acuan dokumen perencanaan.



Gambar 1.15 Proses penyelenggaraan konstruksi

Sumber: Dipohusodo, 1996

##### 1.4.1. Persyaratan Bangunan

Persyaratan umum bangunan pada dasarnya harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis sesuai dengan fungsi bangunan tersebut.

##### 1.4.2.1. Persyaratan Administratif

Persyaratan administratif bangunan gedung meliputi:

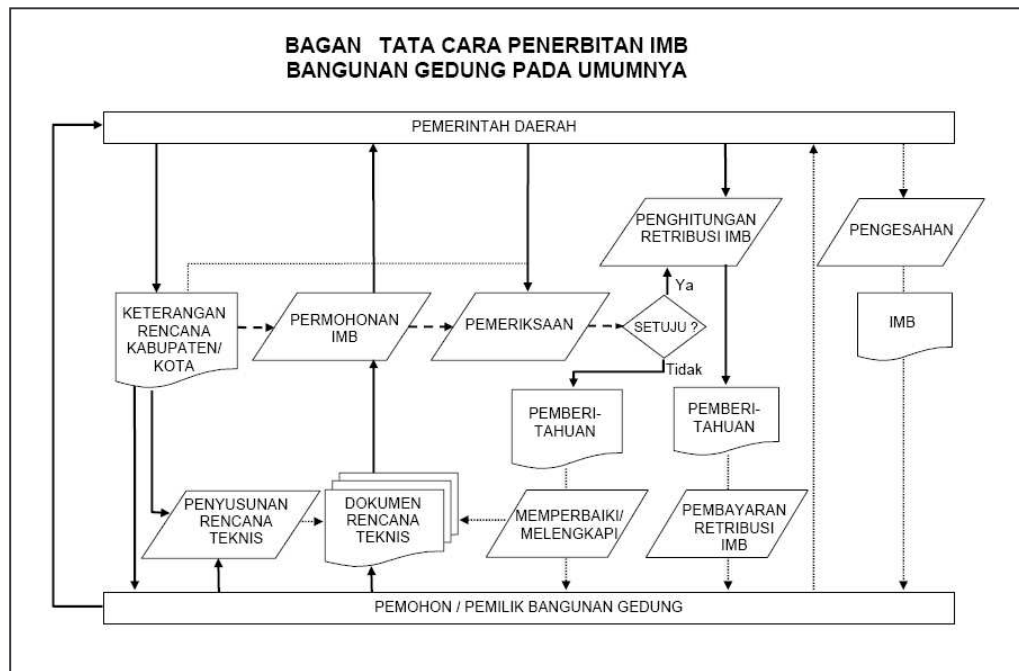
- status hak atas tanah, dan/atau ijin pemanfaatan dari pemegang hak atas tanah;
- status kepemilikan bangunan gedung;
- ijin mendirikan bangunan gedung.

Setiap bangunan gedung harus didirikan pada tanah yang status kepemilikannya jelas, baik milik sendiri maupun milik pihak lain.

**Ijin mendirikan bangunan** diberikan oleh pemerintah daerah, kecuali bangunan dengan fungsi khusus oleh Pemerintah Pusat. IMB diberikan melalui proses permohonan. Selanjutnya IMB diatur dalam PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR : 24/PRT/M/2007 TANGGAL 9 AGUSTUS 2007 TENTANG PEDOMAN TEKNIS IZIN MENDIRIKAN BANGUNAN GEDUNG. Secara umum prosedur dan tata cara IMB seperti pada gambar 1.16.

Permohonan ijin mendirikan bangunan harus dilengkapi dengan:

- tanda bukti status kepemilikan hak atas tanah atau tanda bukti perjanjian pemanfaatan tanah
- data pemilik bangunan gedung;
- rencana teknis bangunan gedung; dan
- hasil analisis mengenai dampak lingkungan bagi bangunan gedung yang menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan.



**Gambar 1.16** Prosedur ijin mendirikan bangunan

Sumber: Permen PU 24/PRT/M/2007

Ijin mendirikan bangunan diberikan apabila rencana bangunan telah memenuhi persyaratan tata bangunan sesuai rencana tata kota dan daerah (RTRW) kabupaten maupun kota, RDTRKP, dan/atau RTBL), yang tertuang dalam *Advis Planning* (AP) oleh dinas/lembaga tata kota/daerah.

*Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)* kabupaten atau kota adalah hasil perencanaan tata ruang wilayah kabupaten/kota yang telah ditetapkan dengan peraturan daerah.

*Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan (RDTRKP)* adalah penjabaran dari Rencana Tata Ruang Wilayah kabupaten/kota ke dalam rencana pemanfaatan kawasan perkotaan.

*Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan (RTBL)* adalah panduan rancang bangun suatu kawasan untuk mengendalikan pemanfaatan ruang yang memuat rencana program bangunan dan lingkungan, rencana umum dan panduan rancangan, rencana investasi, ketentuan pengendalian rencana, dan pedoman pengendalian pelaksanaan.

#### 1.4.2.2. Persyaratan Teknis

Persyaratan bangunan gedung berkaitan dengan permasalahan teknis, meliputi:

**Persyaratan tata bangunan**, yaitu Persyaratan peruntukan dan intensitas bangunan gedung tentang persyaratan peruntukan lokasi, kepadatan, ketinggian, dan jarak bebas bangunan gedung yang ditetapkan untuk lokasi yang bersangkutan oleh Pemerintah Daerah setempat melalui rencana tata bangunan dan lingkungan (RTBL).

- *Koefisien Dasar Bangunan (KDB)* adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh lantai dasar bangunan gedung dan luas yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan.
- *Koefisien Lantai Bangunan (KLB)* adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh lantai bangunan gedung dan luas tanah yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan.
- *Koefisien Daerah Hijau (KDH)* adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh ruang terbuka di luar bangunan gedung yang diperuntukkan bagi pertamanan/penghijauan dan luas tanah yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan.
- *Koefisien Tapak Basemen (KTB)* adalah angka persentase perbandingan antara luas tapak basemen dan luas lahan yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan.

**Persyaratan jarak bebas** bangunan gedung meliputi

- garis sempadan bangunan gedung dengan as jalan, tepi sungai, tepi pantai, jalan kereta api, dan/atau jaringan tegangan tinggi;
- jarak antara bangunan gedung dengan batas-batas persil, dan jarak antara as jalan dan pagar halaman yang diijinkan pada lokasi yang bersangkutan.

*Garis sempadan* adalah garis yang membatasi jarak bebas minimum dari bidang terluar suatu massa bangunan gedung terhadap batas lahan yang dikuasai, antar massa bangunan lainnya, batas tepi sungai/pantai, jalan kereta api, rencana saluran, dan/atau jaringan listrik tegangan tinggi. Penetapan garis sempadan bangunan gedung oleh Pemerintah Daerah dengan mempertimbangkan aspek keamanan, kesehatan, kenyamanan, kemudahan, serta keseimbangan dan keserasian dengan lingkungan.

**Persyaratan arsitektur bangunan** meliputi:

- Persyaratan penampilan bangunan gedung harus memperhatikan bentuk dan karakteristik arsitektur dan lingkungan yang ada di sekitarnya.
- Persyaratan tata ruang dalam bangunan harus memperhatikan fungsi ruang, arsitektur bangunan, dan keandalan bangunan.
- Persyaratan keseimbangan, keserasian, dan keselarasan bangunan gedung dengan lingkungannya harus mempertimbangkan terciptanya ruang luar bangunan gedung, ruang terbuka hijau yang seimbang, serasi, dan selaras dengan lingkungannya.

**Persyaratan pengendalian dampak lingkungan** yang hanya berlaku bagi bangunan gedung yang dapat menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan. Dampak penting adalah perubahan yang sangat mendasar pada suatu lingkungan yang diakibatkan oleh suatu kegiatan.

**Persyaratan keandalan bangunan** meliputi:

- Persyaratan keselamatan bangunan gedung meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan, serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir.
- Persyaratan kesehatan bangunan gedung meliputi persyaratan sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi, dan penggunaan bahan bangunan gedung.
- Persyaratan kenyamanan bangunan gedung meliputi kenyamanan ruang gerak dan hubungan antarruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan.
- Persyaratan kemudahan meliputi kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan gedung.

#### 1.4.2. Perencanaan dan Perancangan Bangunan

Perencanaan konstruksi merupakan tahap penyusunan rencana teknis (desain) bangunan sampai dengan penyiapan dokumen lelang. Penyusunan rencana teknis bangunan dilakukan dengan menggunakan penyedia jasa perencana konstruksi atau konsultan perencana, baik perorangan ahli maupun badan hukum yang kompeten, sesuai ketentuan yang berlaku. Rencana teknis disusun berdasarkan Kerangka Acuan Kerja



(KAK) yang disusun oleh pengelola proyek dan ketentuan teknis (pedoman dan standar teknis) yang berlaku.

**Dokumen rencana teknis** bangunan secara umum meliputi:

- Gambar-gambar rencana teknis bangunan, seperti rencana arsitektur, rencana struktur, dan rencana utilitas bangunan,
- Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS), yang meliputi persyaratan umum, administrasi dan persyaratan teknis bangunan yang direncanakan,
- Rencana anggaran biaya pembangunan.
- Laporan akhir perencanaan, yang meliputi laporan arsitektur; laporan perhitungan struktur, dan laporan perhitungan utilitas.
- Keluaran akhir tahap perencanaan adalah dokumen pelelangan, yaitu Gambar Rencana Teknis, Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS), Rencana Anggaran Biaya (*Engineering Estimate*), dan Daftar Volume (*Bill of Quantity*) yang siap untuk dilelangkan.
- Penyusunan Kontrak Kerja Perencanaan Konstruksi dan Berita Acara Kemajuan Pekerjaan/Serah Terima Pekerjaan Perencanaan disusun dengan mengikuti ketentuan yang tercantum dalam Keppres tentang Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara dan Pedoman/Petunjuk Teknis pelaksanaannya.

**Proses perencanaan dan perancangan** bangunan, berdasarkan urutan kerjanya dapat dibagi atas:

- Tahap persiapan yang meliputi pengumpulan data dan informasi lapangan, membuat penafsiran secara garis besar terhadap arahan penugasan (TOR/KAK), melakukan konsultasi dengan Pemerintah Daerah tentang rencana pembangunan serta perijinan.
- Desain skematik (*schematic design*), yaitu tahap perancangan awal yang menghasilkan gambar ide dari bangunan yang akan dibuat. Biasanya gambar ini dihasilkan oleh perancangnya sendiri, atau atas bantuan artis yang khusus membuat gambar *still image*.
- Perancangan awal (*preliminary design*), yaitu tahap perancangan yang lebih matang, yang memberikan gambaran bangunan secara lebih jelas dan terukur, namun belum mengarah pada hal-hal yang lebih detail.
- Pengembangan rancangan (*de-sign development*), yaitu tahap pengembangan rancangan awal menjadi lebih detail, dan sudah memperhatikan keterbangunan (*constructability*). Hingga tahap ini, standar penggambaran bangunan masih sangat bervariasi, karena gambar hanya akan dikomunikasikan kepada pemilik untuk meyakinkan desain.
- Pembuatan gambar kerja (*working drawing*), yaitu gambar akhir perancangan yang dapat menggambarkan secara detail hasil rancangan dan siap untuk diserahkan kepada pihak lain untuk ditindaklanjuti. Gambar ini nantinya akan dipakai sebagai bahan tender konstruksi,

dikomunikasikan kepada *cost estimator* untuk dihitung kebutuhan biayanya dan kepada kontraktor untuk dilaksanakan. Oleh karena itu, standar gambar kerja bangunan harus bersifat universal untuk menghindari kesalahpahaman.

- Penyusunan rancangan detail, meliputi gambar-gambar kerja detail, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS), rincian volume pekerjaan, rencana anggaran dan biaya (RAB), dan dokumen perencanaan.

Setelah melakukan proses perancangan tugas konsultan perencana yang lain adalah:

- Mempersiapkan pelelangan yang meliputi penyusunan dokumen pelelangan, serta menyusun program pelelangan.
- Membantu panitia pelelangan untuk memberikan penjelasan pekerjaan, membuat berita acara penjelasan pekerjaan, membantu evaluasi penawaran.
- Melaksanakan pengawasan berkala yang meliputi proses konstruksi, penyesuaian gambar dan teknik pelaksanaan konstruksi, memberi rekomendasi penggunaan material.

#### 1.4.3. Pelaksanaan Konstruksi

Kegiatan pelaksanaan konstruksi bangunan meliputi:

- Pemeriksaan dokumen pelaksanaan meliputi pemeriksaan kelengkapan, kebenaran, dan keterlaksanaan konstruksi (*constructability*) dari semua dokumen pelaksanaan pekerjaan.
- Persiapan lapangan meliputi penyusunan program pelaksanaan, mobilisasi sumber daya, dan penyiapan fisik lapangan.
- Kegiatan konstruksi meliputi pelaksanaan pekerjaan konstruksi fisik di lapangan, pembuatan laporan kemajuan pekerjaan, penyusunan gambar kerja pelaksanaan (*shop drawings*) dan gambar pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan yang dilaksanakan (*as built drawings*), serta kegiatan masa pemeliharaan konstruksi.
- Kegiatan pemeriksaan akhir pekerjaan konstruksi meliputi pemeriksaan hasil akhir pekerjaan konstruksi bangunan gedung terhadap kesesuaian dengan dokumen pelaksanaan.

Gambar pelaksanaan (*shop drawing*), merupakan pengembangan dari gambar kerja hingga siap untuk dilaksanakan. Meskipun biasanya beredar di kalangan internal kontraktor, gambar ini harus melalui persetujuan konsultan pengawas. Standar penggambaran harus juga bersifat universal dan diperlukan tingkat pengetahuan lapangan yang lebih tinggi.

Gambar terbangun (*as built drawing*), merupakan rekaman dari apa yang telah dibangun. Gambar ini merupakan elemen penting pada masa pemeliharaan (*maintenance*) bangunan.



#### 1.4.4. Pengawasan Konstruksi

Pengawasan konstruksi berupa kegiatan pengawasan pelaksanaan konstruksi atau kegiatan manajemen konstruksi. Kegiatan pengawasan pelaksanaan konstruksi bangunan meliputi pengawasan biaya, mutu, dan waktu pembangunan pada tahap pelaksanaan konstruksi, serta pemeriksaan kelaikan fungsi bangunan.

Pelaksanaan kegiatan pengawasan konstruksi dilaksanakan oleh Konsultan Pengawas sesuai ketentuan yang berlaku. Kegiatan pengawasan meliputi:

- Memeriksa dan mempelajari dokumen kontrak sebagai dasar tugas pengawasan
- Mengawasi pelaksanaan penggunaan material, peralatan serta metode pelaksanaan, mengawasi ketepatan waktu dan pembiayaan konstruksi
- Mengawasi pelaksanaan konstruksi dari aspek kualitas, kuantitas dan laju pencapaian pekerjaan atau bobot prestasi pekerjaan
- Menginventarisasi perubahan dan penyesuaian yang harus dilakukan jika terjadi permasalahan yang muncul di lapangan
- Menyelenggarakan rapat-rapat lapangan secara berkala, membuat laporan pekerjaan pengawasan berkala mingguan dan bulanan dengan masukan hasil rapat lapangan serta laporan pelaksanaan harian, mingguan, dan bulanan yang dibuat oleh kontraktor
- Menyusun berita acara persetujuan kemajuan pekerjaan untuk pembayaran angsuran, pemeliharaan pekerjaan, serta serah terima pekerjaan
- Meneliti gambar-gambar yang sesuai dengan pekerjaan yang dilaksanakan di lapangan (*as built drawing*)

#### 1.5. Manajemen Pelaksanaan Konstruksi

Proyek adalah sekumpulan aktifitas yang saling berhubungan dari awal hingga akhir untuk suatu hasil tertentu. Proyek merupakan aktivitas sementara dari personil, material ataupun sarana untuk mewujudkan sasaran-sasaran dalam kurun waktu tertentu yang kemudian akan berakhir. Seluruh kegiatan yang mendukung pelaksanaan proyek memerlukan suatu manajemen yang biasanya disebut Manajemen Proyek.

Manajemen proyek adalah suatu usaha untuk mengelola dan mengorganisasikan beragam sumber daya selama masa pelaksanaan proyek, dengan tujuan untuk mewujudkan sasaran proyek yang meliputi kualitas, waktu dan biaya sesuai yang telah ditentukan dalam perencanaan.

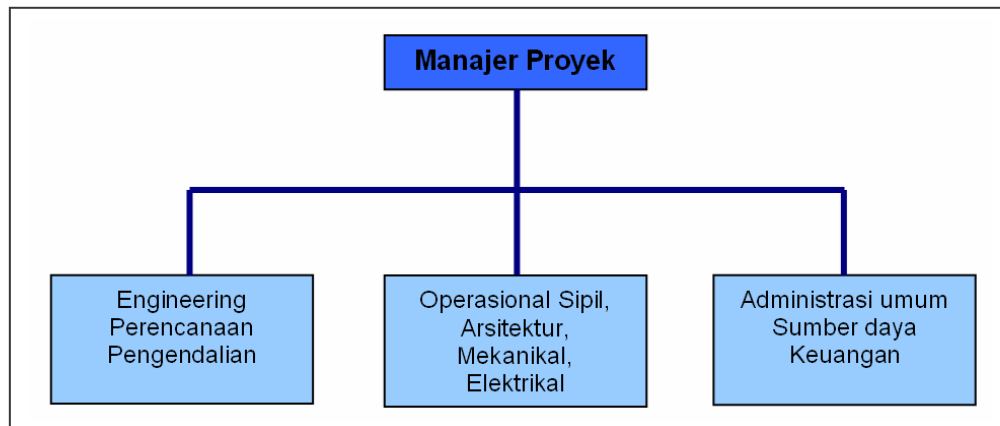
Elemen utama dalam manajemen proyek:

- **Manajer proyek**, dengan tugas dan tanggung jawab antara lain:
  - Menetapkan dan menjelaskan cara mencapai sasaran, serta menentukan personil yang tepat sesuai kewenangannya

- Menunjukkan kepemimpinan (*leadership*) serta memberi motivasi kepada seluruh staf
  - Melakukan evaluasi atas kemajuan pelaksanaan dan mengambil tindakan yang tepat bila terjadi penyimpangan-penyimpangan
  - Bertanggung jawab mengintegrasikan kegiatan dari berbagai fungsi untuk mencapai sasaran yang spesifik.
- **Tim Proyek**, adalah sekelompok orang dari berbagai fungsi organisasi, disiplin ilmu dan keahlian yang dipimpin oleh manajer proyek. Tim akan memilih dan menunjuk sumber daya yang akan digunakan, meliputi: sub-kontraktor, mandor, dan *supplier* material, alat dan jasa. Tim akan berperan aktif dalam menjalankan proyek untuk memenuhi target mutu, waktu dan biaya yang telah ditetapkan.
- **Sistem Manajemen Proyek**, yang terdiri dari struktur organisasi dan sistem informasi. Organisasi yang ditetapkan umumnya bersifat fungsional yang berarti struktur organisasi dikelompokkan menurut fungsi-fungsi yang spesifik. Sistem ini juga menyediakan sistem untuk mengintegrasikan perencanaan dengan pengendalian atau kontrol serta akumulasi informasi berupa pelaporan yang berkaitan dengan hasil atau kinerja, biaya, sumber daya yang digunakan, jadwal, dan biaya untuk menyelesaikan proyek.

### 1.5.1. Organisasi Proyek

Organisasi proyek merupakan sekelompok orang dari berbagai latar belakang ilmu dan keahlian yang terorganisir dan terkoordinasi dalam suatu wadah tertentu yang melaksanakan tugas pelaksanaan proyek dengan cara tertentu.



**Gambar 1.17 Skema struktur organisasi utama**

Sumber: Dipohusodo, 1996

Fungsi-fungsi dalam sebuah organisasi proyek konstruksi meliputi:

- Fungsi perencanaan teknis dan keuangan, yang menjalankan fungsi spesifik. Perencanaan rekayasa teknik (*engineering*) seperti jadwal pelaksanaan, perencanaan bahan, alat dan sub-sub kontraktor, perencanaan metode pelaksanaan, perencanaan mutu dan perencanaan K3. Perencanaan administrasi dan keuangan, meliputi pembuatan *cash flow*, perencanaan penagihan, sistem akuntansi dan administrasi pengelolaan sumber daya
- Fungsi pelaksanaan atau operasional, yang meliputi kegiatan pelaksanaan konstruksi di lapangan untuk mewujudkan fisik bangunan sesuai perencanaan teknis dan keuangan.
- Fungsi pengendalian atau kontrol, yang meliputi kegiatan membandingkan realisasi pelaksanaan dengan perencanaan dan jika terdapat penyimpangan akan dilakukan analisis penyebabnya dan cara penyelesaiannya.

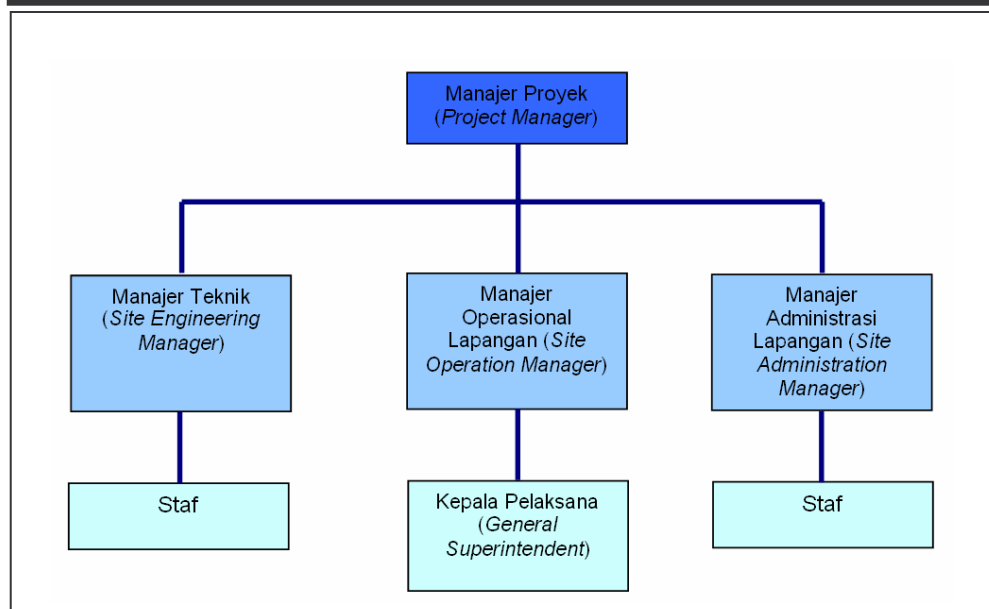
Bentuk organisasi proyek dapat ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Besar kecilnya volume dan ruang lingkup pekerjaan
- Besar kecilnya nilai proyek
- Tingkat kompleksitas pelaksanaan proyek
- Waktu pelaksanaan yang tersedia
- Penggunaan teknologi
- lokasi

Gambaran suatu organisasi proyek yang rinci dan banyak digunakan memiliki struktur yang terdiri dari unsur-unsur seperti pada Gambar 1.8.:

**Manajer teknik**, bertugas memimpin unit teknik dan berwenang mengelola perencanaan teknik dan pengendalian. Pengelolaan perencanaan meliputi kegiatan-kegiatan:

- Metode pelaksanaan
- Gambar kerja
- Jadwal pelaksanaan, jadwal pengadaan bahan, jadwal penyediaan peralatan dan jadwal pemenuhan tenaga kerja
- Perencanaan pengendalian mutu
- Perencanaan arus kas
- Keselamatan dan kesehatan kerja
- Pemilihan sub-kontraktor



**Gambar 1.18 Skema struktur organisasi lengkap pelaksana proyek konstruksi**  
Sumber: Dipohusodo, 1996

**Manajer operasional lapangan**, bertugas memimpin unit pelaksanaan lapangan dengan kewenangan:

- Melaksanakan pekerjaan sesuai perencanaan teknis dan keuangan yang disiapkan oleh unit teknik.
- Mengkoordinasikan kepala pelaksana dalam mengendalikan dan mengontrol pekerjaan para mandor dan sub-kontraktor.
- Mengendalikan dan melatih ketrampilan staf, tukang dan mandor.
- Melakukan penilaian kemampuan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

**Manajer administrasi lapangan**, bertugas memimpin unit administrasi proyek, mengelola keuangan, akuntansi dan pembukuan, urusan umum dan SDM proyek, dengan kewenangan:

- Menyiapkan urusan administrasi penagihan kepada pemilik proyek
- Melakukan pencatatan transaksi
- Melakukan verifikasi seluruh dokumen transaksi pembayaran
- Mengurus masalah perpajakan, asuransi, dll.

### 1.5.2. Perencanaan Petunjuk Pelaksanaan

Petunjuk pelaksanaan proyek sebagai langkah pertama yang dilakukan adalah suatu kegiatan mempersiapkan bagaimana suatu pekerjaan akan dilaksanakan agar tercapai sasaran dan tujuan yang diinginkan. Perencanaan yang disusun dalam petunjuk pelaksanaan adalah:

- **Perencanaan biaya** atau anggaran proyek yang mengacu pada data yang ada saat tender.

- **Perencanaan mutu** yang harus sesuai dengan persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam kontrak, atau memenuhi standarisasi internasional (contoh: ISO-9000)
- **Perencanaan jadwal** pelaksanaan yang mengacu pada batas waktu sesuai kontrak, disusun dalam bentuk *bar-chart* yang dilengkapi kurva S. Jadwal pelaksanaan ini adalah jadwal pelaksanaan induk (master schedule) yang mencakup keseluruhan kegiatan pelaksanaan pekerjaan. Berdasarkan jadwal induk dapat dibuat jadwal yang lebih rinci untuk tiap jenis pekerjaan, serta jadwal-jadwal pendukung: jadwal peralatan, jadwal bahan, jadwal tenaga kerja, jadwal arus kas (*cash flow*).
- **Perencanaan metode pelaksanaan** merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan (*procedure, work instruction*) yang akan menjadi acuan dalam pelaksanaan setiap pekerjaan.
- **Perencanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3)** berkaitan dengan penyusunan *safety plan*, pengamanan proyek (*security plan*), dan pengelolaan ketertiban serta kebersihan proyek (*house keeping*), dengan target utama tidak ada kecelakaan kerja (*zero accident*).

### 1.5.3. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis di lapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. Metode pelaksanaan proyek untuk setiap jenis bangunan berbeda-beda. Garis besar metode pelaksanaan konstruksi bangunan, meliputi:

- **Metode penataan lapangan**, adalah pengaturan tata letak kantor-kantor, gudang, bengkel dan pool kendaraan serta peralatan, lahan penimbunan material mentah, lahan untuk pabrikasi, posisi peralatan berat, jalan kerja dan jalan masuk pada lokasi pembangunan.
- **Metode pekerjaan pengukuran**, adalah tahapan pengukuran batas-batas lokasi, pemetaan situasi dan kontur lahan, pengukuran sumbu-sumbu bangunan, dan pemantauan ketepatan dimensi konstruksi baik pada arah datar maupun arah tegak.
- **Metode pekerjaan tanah**, merupakan tahapan pengolahan lahan terbangun (*site development*), meliputi pekerjaan-pekerjaan pembersihan lokasi, pembongkaran bangunan lama (jika ada), penggalian, perataan, penimbunan, pemadatan, membuat struktur penunjang seperti dinding penahan tanah.

- **Metode pekerjaan pondasi dan turap**, adalah tahapan pekerjaan struktur landasan pendukung beban dari sistem struktur dan konstruksi sebuah bangunan.
- **Metode pekerjaan struktur (beton, baja atau kayu)**, merupakan tahapan pekerjaan komponen sistem struktur sebuah bangunan, yaitu kolom, dinding geser, balok dan lantai untuk rangka bangunan, hingga sistem struktur atap bangunan. Tahapan pekerjaan sesuai dengan material struktur yang digunakan, secara umum adalah beton, baja atau kayu.
- **Metode pekerjaan komponen non struktur**, adalah tahapan pekerjaan konstruksi bagian-bagian non struktur pada bangunan, diantaranya: pasangan batu atau bata untuk dinding eksterior dan interior, partisi, plafon, kusen, pintu dan jendela, dll.
- **Metode pekerjaan finishing**, merupakan tahapan akhir konstruksi bangunan. Umumnya berupa pekerjaan pemasangan lapisan-lapisan akhir komponen struktur dan konstruksi, antara lain pelapis lantai keramik, lapisan shielding/cladding dinding, pengecatan, dll.
- **Metode pekerjaan mekanikal, elektrik dan plambing**, merupakan pekerjaan instalasi komponen jaringan dan peralatan sistem utilitas bangunan, diantaranya instalasi perpipaan penyediaan air bersih dan pembuangan air kotor, pengolahan limbah dan sanitasi, instalasi listrik, instalasi sistem pengkondisian udara, instalasi lift, dll.

## 1.6. Pelelangan Proyek Konstruksi

Pelelangan pelaksanaan suatu bangunan atau sering disebut tender dalam bidang pemborongan jasa konstruksi adalah salah satu sistem pengadaan bahan dan jasa. Tender pelaksanaan dilakukan oleh pemberi tugas/pemilik proyek dengan mengundang beberapa perusahaan kontraktor untuk mendapatkan satu pemenang yang mampu melaksanakan pekerjaan sesuai persyaratan yang ditentukan dengan harga yang wajar dan dapat dipertanggungjawabkan baik dari segi mutu maupun waktu pelaksanaannya.

### 1.6.1. Jenis Pelelangan

Jenis pelelangan berdasarkan kepemilikan dapat dibedakan atas:

#### a) Pelelangan proyek pemerintah

Pelelangan proyek pemerintah mengikuti Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah yang diatur dalam Keputusan Presiden Nomor 80 tahun 2003. Keputusan Presiden tersebut selanjutnya disertai dengan perubahan-perubahannya, yaitu:

- Keputusan Presiden Nomor 61 tahun 2004 tentang perubahan atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003
- Keputusan Presiden Nomor 32 tahun 2005 tentang perubahan kedua atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003

- Keputusan Presiden Nomor 70 tahun 2005 tentang perubahan ketiga atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003
- Keputusan Presiden Nomor 8 tahun 2006 tentang perubahan keempat atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003
- Keputusan Presiden Nomor 79 tahun 2006 tentang perubahan kelima atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003
- Keputusan Presiden Nomor 85 tahun 2006 tentang perubahan keenam atas keputusan presiden nomor 80 tahun 2003

Metode pengadaan barang/jasa pemerintah menurut pedoman pelaksanaan tersebut dapat dilakukan melalui:

- **Pelelangan Umum**, adalah metode pemilihan penyedia barang/jasa yang dilakukan secara terbuka dengan pengumuman secara luas melalui media massa dan papan pengumuman resmi sehingga masyarakat luas dan dunia usaha dapat mengikutinya.
- **Pelelangan Terbatas**, adalah metode pemilihan penyedia barang/jasa dimana jumlah penyedia barang/jasa diyakini terbatas yaitu untuk pekerjaan yang kompleks.
- **Pemilihan Langsung**, adalah pemilihan penyedia barang/jasa yang dilakukan dengan membandingkan sebanyak-banyaknya penawaran, dan sekurang-kurangnya 3 (tiga) penawaran.
- **Penunjukan Langsung**, adalah pemilihan penyedia barang/jasa dengan cara penunjukan langsung terhadap 1 (satu) penyedia barang/jasa dengan cara melakukan negosiasi baik teknis maupun biaya dengan harga yang wajar dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis.

Ditinjau dari sumber pendanaanya, tender dapat dilaksanakan melalui:

- *International Competitive Bidding* (ICB), pelelangan yang melibatkan kontraktor internasional, biasanya untuk proyek yang didanai pinjaman luar negeri (loan)
- *Local Competitive Bidding* (LCB), pelelangan proyek-proyek yang didanai loan luar negeri tetapi hanya melibatkan kontraktor lokal
- *Pelelangan* untuk proyek-proyek yang dibiayai dana APBN, APBD, maupun instansi-instansi BUMN

#### **b) Pelelangan proyek–proyek swasta**

Ketentuan tender proyek swasta biasanya diatur sendiri oleh masing-masing pemilik dengan tetap mengacu pada standar kontrak tertentu seperti misalnya standar Internasional.

Pada umumnya dilakukan dengan cara tender terbatas dengan mengundang beberapa kontraktor yang sudah dikenal. Perkembangan saat ini, pemilik (*owner*) mengundang beberapa calon kontraktor untuk melakukan presentasi kemampuan mereka dalam melaksanakan proyek

yang ditenderkan. Setelah itu owner menilai dan bagi yang lulus akan diundang untuk mengikuti tender.

### 1.6.2. Dokumen Pelelangan

Berdasarkan standar nasional, dokumen tender meliputi:

- Undangan lelang
- Petunjuk kepada peserta lelang
- Formulir penawaran
- Syarat-syarat umum dan khusus yang akan ditetapkan dalam perjanjian
- Spesifikasi teknik
- Gambar tender
- Daftar item dan volume pekerjaan
- Addendum

Berdasarkan standar internasional, dokumen tender umumnya terdiri dari:

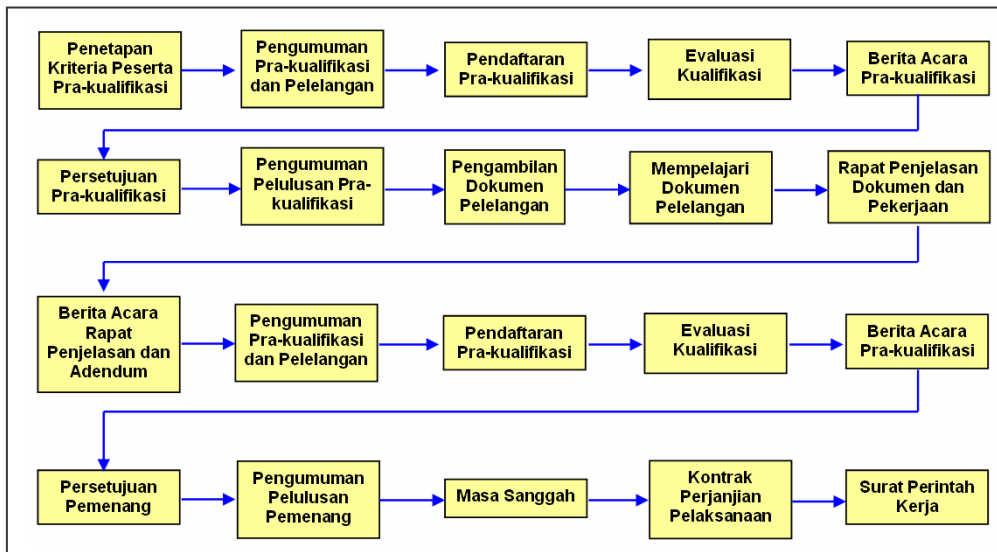
- Instruksi kepada peserta tender (*notice to bidders*)
- Persyaratan tender (*condition of tendering*)
- Form surat penawaran (*form of tender*)
- Kondisi kontrak (*general condition of contract*)
- Spesifikasi teknik (*technical specification*)
- Gambar tender (*tender drawing*)
- Daftar item dan volume pekerjaan (*bill of quantities*)
- Addendum (segala tambahan dokumen yang bersifat mengubah dan atau melengkapi dokumen tender)

### 1.6.3. Kegiatan Pelelangan

Kegiatan tender proyek pemerintah, sesuai Keputusan Presiden Nomor 80 tahun 2003 beserta perubahannya seperti ditunjukkan pada gambar 1.19, meliputi:

- Prakuualifikasi, Kegiatan untuk menyeleksi peserta pelelangan yang memenuhi persyaratan bagi proyek yang ditenderkan.
- Undangan tender, untuk peserta lelang yang lulus prakuualifikasi menerima undangan untuk mengikuti pelelangan..
- Rapat penjelasan, dalam rapat penjelasan peserta tender berkesempatan untuk mempertanyakan ketentuan dalam dokumen tender yang kurang jelas dan yang dirasa memberatkan. Hasil rapat menjadi risalah rapat yang bersifat mengikat serta menjadi satu kesatuan dengan surat Perjanjian Pemborongan (kontrak) apabila peserta ditunjuk sebagai pemenang.





Gambar 1.19 Urutan kegiatan pelaksanaan pevelangan

Sumber: Dipohusodo, 1996

- Peninjauan lapangan (*site visite*), dilakukan untuk membuat dasar pembuatan metode pelaksanaan pekerjaan (*construction method*) untuk menyusun harga penawaran yang benar.
- Pemasukan penawaran, melalui tahapan-tahapan perhitungan volume, perencanaan metode pelaksanaan, perhitungan biaya langsung, perhitungan biaya tak langsung, manajemen risiko, perhitungan harga penawaran, dan penyiapan dokumen-dokumen sebagai lampiran penawaran
- Pembukaan dokumen penawaran, pada waktu yang telah ditentukan, dihadapan peserta tender panitia menyatakan saat penyampaian dokumen penawaran telah ditutup, kemudian dilanjutkan dengan pembukaan dan pembacaan penawaran yang masuk sesuai dengan sistem yang ditetapkan.
- Evaluasi tender dan klarifikasi, yang akan memberikan tambahan penjelasan tentang penawaran, biasanya disampaikan kepada peserta tender secara bergantian. Dari hasil klarifikasi ini panitia membuat evaluasi untuk menetapkan pemenang tender
- Penetapan calon pemenang (*letter of intent*), yang ditentukan oleh panitia dalam suatu rapat. Hasilnya diumumkan kepada seluruh peserta tender.
- Masa sanggah, untuk tender proyek pemerintah, peserta tender yang tidak menang berhak mengajukan keberatan sampai dengan batas masa sanggah.

- Surat penunjukan pemenang (*letter of award*), yang dikeluarkan setelah tidak ada keberatan dari peserta tender.
- Surat perintah kerja (*SPK/Notice of proceed*), diterbitkan oleh pemimpin proyek kepada kontraktor untuk memulai pekerjaan persiapan. Biasanya dalam kurun waktu tertentu
- Kontrak (perjanjian pemborongan), dilakukan melalui proses negosiasi untuk membahas secara detil tentang pasal-pasal kontrak yang dapat diterima kedua belah pihak.

#### 1.6.4. Jenis Kontrak

Pemilihan kontrak yang sesuai untuk suatu proyek konstruksi lebih didasarkan pada karakteristik dan kondisi proyek itu sendiri. Ditinjau dari sudut pandang pemilik proyek (*owner*), hal ini erat kaitannya denganantisipasi dan penanganan risiko yang ada pada proyek tersebut. Dalam kontrak juga harus disebutkan dengan jelas jangka waktu penyelesaian proyek tersebut dan kewajiban yang harus dipenuhi kontraktor jika terjadi keterlambatan.

##### a) Jenis Kontrak Berdasarkan Metode Pembayaran

Berdasarkan metode pembayaran, jenis kontrak dapat dibedakan menjadi:

##### **Kontrak Harga Satuan (*Unit price Contract*)**

Penilaian harga setiap unit pekerjaan dilakukan sebelum konstruksi dimulai. Penentuan besarnya harga satuan harus mengakomodasi seluruh biaya yang mungkin terjadi (seperti biaya *overhead*, keuntungan, biaya tak terduga, dan biaya untuk mengantisipasi risiko). Perikatan terjadi terhadap harga satuan setiap jenis/item pekerjaan, sehingga kontraktor hanya perlu menentukan harga satuan yang akan ditawarkan untuk setiap item dalam kontrak. Kelemahan kontrak jenis ini, pemilik proyek tidak dapat mengetahui secara pasti biaya aktual proyek hingga proyek selesai. Oleh sebab itu pemilik perlu melakukan pengukuran sendiri dan perhitungan kuantitas tiap unit perlu dilakukan secara akurat. Jenis kontrak ini sesuai untuk proyek dengan estimasi kuantitas yang tidak dapat dilakukan dengan akurat, seperti pekerjaan tanah, jalan raya, pemasangan pipa dan sebagainya. Kontraktor banyak menggunakan metoda tidak seimbang (*unbalanced*), yaitu metoda dimana kontraktor mengajukan penawaran harga satuan tanpa mengubah harga keseluruhan untuk memperoleh keuntungan dalam proyek.

##### **Kontrak Biaya Plus Jasa (*Cost Plus Fee Contract*)**

Kontraktor akan menerima sejumlah pembayaran atas pengeluarannya ditambah sejumlah biaya *overhead* dan keuntungan yang umumnya didasarkan kepada persentase biaya yang dikeluarkan.

Kontrak jenis ini umumnya digunakan jika biaya aktual dari proyek sulit diestimasi secara akurat, dikarenakan perencanaan belum selesai tetapi proyek harus diselesaikan dalam waktu singkat (*emergency*). Pada kondisi yang seperti itu maka ditunjuklah kontraktor yang mampu merancang dan melaksanakan perbaikan yang diperlukan dengan segera, penetapan biaya perancangan dan perbaikan dapat dihitung langsung ditambah *fee* untuk kontraktor/perancang. Kekurangan jenis kontrak ini, pemilik kurang dapat mengetahui biaya aktual proyek yang akan terjadi.

Penentuan *fee* untuk kontraktor pada jenis kontrak ini dapat dilakukan dengan cara:

- Jumlah tetap (*cost plus fixed fee*)  
Pembayaran kepada kontraktor berupa biaya nyata (*actual cost*) yang telah dikeluarkan oleh kontraktor ditambah biaya umum (*overhead cost*) dan sejumlah keuntungan tetap (*fixed fee*). Kontrak semacam ini digunakan untuk pekerjaan yang sangat mendesak yang tidak memungkinkan mempersiapkan gambar rencana.
- Persentase biaya (*cost plus percentage*)  
Kontraktor akan menerima kembali/ganti semua biaya nyata (*actual cost*) yang telah dikeluarkan dan kompensasi yang besarnya didasarkan persentase biaya nyata sesuai kesepakatan bersama dengan pemilik proyek. Kontrak jenis ini juga digunakan untuk pekerjaan mendesak yang tidak memungkinkan mempersiapkan gambar rencana, tetapi ada kecenderungan kontraktor memperlambat pekerjaannya untuk memperbesar biaya nyata agar kompensasi yang diterima menjadi lebih banyak.
- Jaminan biaya maksimum (*cost plus fee with maximum guaranteed price*)  
Kontraktor akan menerima kembali semua biaya yang telah dikeluarkan ditambah dengan kompensasi yang besarnya berdasarkan persentase yang telah disepakati bersama dan dibatasi dalam jumlah maksimum tertentu.

### **Kontrak Biaya Menyeluruh (*Lump Sum Contract*)**

Kontrak jenis ini digunakan pada kondisi kontraktor akan membangun sebuah proyek sesuai rancangan yang ditetapkan pada suatu biaya tertentu. Jika terjadi perubahan yang menyebabkan terjadinya perubahan biaya, dilakukan negosiasi antara pemilik dan kontraktor untuk menetapkan pembayaran yang akan diberikan kepada kontraktor.

Persyaratan utama untuk mengaplikasikan kontak jenis ini adalah perencanaan benar-benar telah selesai sehingga kontraktor dapat melakukan estimasi kuantitas secara akurat. Jika anggaran biaya yang ada terbatas, maka kontrak jenis ini menjadi pilihan yang tepat. Pekerjaan konstruksi yang tepat untuk jenis kontrak ini antara lain pembangunan gedung.

Kelemahan pemakaian kontrak jenis ini adalah proses konstruksi yang akan tertunda karena menunggu selesainya perencanaan.

**Guaranteed Maximum Price Contract (GMP)**

Kontrak antara pemilik proyek dengan kontraktor yang diikat oleh suatu harga maksimum tertentu untuk menyelesaikan seluruh lingkup pekerjaan yang dipersyaratkan oleh pemilik proyek.

**b) Jenis Kontrak Berdasarkan Aspek Pembagian Tugas**

Jenis kontrak berdasarkan aspek pembagian tugas, antara lain adalah:

- Kontrak Rancang Bangun (*Design and Build contract*)  
Pemilik hanya menentukan persyaratan-persyaratan yang diinginkan dalam KAK/TOR kepada kontraktor utama untuk nantinya dikembangkan dan dirinci. Kontraktor boleh menunjuk konsultan perencana yang lebih ahli, namun tanggung jawab sepenuhnya tetap pada kontraktor. Sistem kontrak ini dapat memperkecil resiko kesalahan perhitungan harga karena keterlibatan kontraktor dalam proses perencanaan cukup kuat.
- Kontrak Turnkey (*Contractor's Full Prefinancing Contract*)  
Kontraktor bertanggung jawab untuk membiayai seluruh biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Pembayaran kepada kontraktor akan dilakukan setelah bangunan diserahkan dan siap dioperasikan oleh pemilik. Sebagai jaminan pembayaran, kontraktor menerima surat jaminan bank senilai biaya pembangunan. Surat jaminan bank tersebut dapat dicairkan oleh kontraktor apabila pemilik gagal membayar pada waktu yang telah disepakati dan kewajiban kontraktor sudah dipenuhi semua.
- *Engineering Procurement and Construction Contract (EPC)*  
Sistem kontrak yang mencakup lingkup tanggung jawab *Engeneering* (perekayasaan), *procurement* (pengadaan), *construction* (konstruksi) dan *commissioning* (uji-coba operasi) sampai menghasilkan sistem yang mampu memproduksi, misalnya pada proyek pembangunan pabrik.

---

**Pertanyaan pemahaman:**

1. Jelaskan lingkup pekerjaan teknik bangunan?
2. Sebutkan bidang-bidang ilmu pendukung bidang teknik bangunan?
3. Sebutkan peraturan dan perundang-undangan yang berkaitan dengan penyelenggaraan bangunan?
4. Jelaskan fungsi K3 pada pekerjaan konstruksi bangunan?
5. Sebutkan prinsip-prinsip kerja untuk mendukung K3?
6. Jelaskan aspek-aspek penting pelaksanaan K3 di lapangan?

7. Sebutkan kelengkapan dan peralatan K3 khususnya untuk pekerjaan konstruksi, beserta fungsinya?
8. Sebutkan persyaratan-persyaratan bangunan?
9. Jelaskan tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan proyek konstruksi!
10. Bagaimanakan organisasi sebuah proyek konstruksi?
11. Jelaskan prosedur pelelangan untuk proyek negara/pemerintah!
12. Jelaskan fungsi kontrak dan jenis-jenis kontrak yang umum di bidang konstruksi bangunan!

**Tugas pendalaman:**

1. Carilah contoh dokumen kontrak pelaksanaan sebuah proyek bangunan gedung. Identifikasikan kelengkapan yang ada di dalam kontrak tersebut.
2. Pada pelaksanaan pembangunan sebuah proyek gedung, tinjaulah bagaimana kesesuaian pelaksanaan K3 sesuai yang dipersyaratkan.

## 2.

## PENGGUNAAN PROGRAM KOMPUTER DALAM TEKNIK BANGUNAN

### 2.1. Aplikasi Komputer dalam Teknik Bangunan

Teknologi komputer terapkan dalam semua bidang kehidupan manusia. Pada prinsipnya komputer digunakan untuk mengolah data hingga menghasilkan informasi yang dibutuhkan. Untuk itu sistem komputer terdiri dari satu kesatuan elemen:

- *Hardware* atau perangkat keras, merupakan seperangkat komponen yang berfungsi untuk mengoperasikan proses pengolahan data. Personal Komputer (PC) dan Laptop merupakan jenis yang paling umum digunakan.
- *Software* atau perangkat lunak, merupakan program yang berisi instruksi untuk mengolah data. Perkembangan program pada saat ini telah berkembang dengan pesat untuk semua bidang kehidupan.
- *Brainware* atau pengguna, merupakan orang yang mengoperasikan dan menjalankan program komputer tersebut.

Dalam bidang teknik bangunan teknologi komputer memegang peranan penting baik pada aspek pelaksanaan, penelitian, maupun pendidikan. Program-program aplikasi komputer berkembang dengan cepat. Bahasa program tersebut berkembang dari berbagai variasi pendukung yang dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori. Kategori pertama adalah komponen program utama seperti manajemen *database*, gambar, permodelan geometri yang biasa digunakan oleh para programmer atau pembuat program dan kategori kedua adalah program aplikasi pendukung yang biasa digunakan oleh umum (*non-programer*) seperti misalnya pengolahan data, pengolahan kata dan lain-lain.

Berbagai variasi aplikasi program komputer yang saat ini digunakan pada teknik bangunan dapat dikategorikan dalam kelompok:

- Pengolahan data (*data capture*)
- Desain konseptual (*conceptual design*)
- Desain detail (*detail design*)
- Interpretasi model dan pemodelan (*modeling and model interpretation*)
- Analisa (*analysis*)
- Evaluasi kinerja (*performance evaluation*)
- Mendesain ulang dan optimasi (*redesign and optimization*)
- Gabungan dengan disiplin ilmu lain (*integration with other disciplines*)
- Pembuatan dokumen (*preparation of design document*)

Aplikasi program komputer di bidang teknik bangunan merupakan upaya penyelesaian permasalahan yang muncul sebagai hambatan atau tantangan dalam mendesain pengerjaan serta koreksi terhadap kerja yang telah dicanangkan. Misalnya seperti permasalahan pengujian kekuatan

sebuah struktur dengan material baru, pemodelan aliran air sungai, penyebaran limbah dalam tanah hingga tantangan untuk proyek yang dapat membahayakan jiwa seperti pemodelan pembangunan reaktor nuklir dan bendungan dilengkapi dengan faktor bahaya yang mungkin terjadi seperti gempa bumi dan banjir badang. Pada awalnya banyak digunakan tenaga ilmuwan informatika secara murni untuk terjun didalamnya, tapi karena keunikan proyek bangunan dan permasalahannya maka diperlukan aplikasi-aplikasi program komputer yang berkaitan dengan permasalahan keilmuan khas teknik bangunan.

Beberapa pengetahuan dasar yang harus dipunyai dalam menggunakan program-program aplikasi komputer di bidang teknik bangunan antara lain:

- Konsep dasar dari Finite Element Method, Finite Differential Method atau Finite Volume Method, yang biasanya dibutuhkan untuk menyelidiki kemampuan suatu materi dengan dibagi material tersebut dalam beberapa segmen pengukuran. Setiap segmen pengukuran akan menghasilkan nilai nilai. Kumpulan dari hasil nilai tersebut didapatkan nilai optimum analisa tersebut.
- Beberapa jenis bahasa pemrograman komputer diperlukan mengingat setiap bahasa pemrograman mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing masing. Minimal seorang ahli dibidang teknik menguasai bahasa pemrograman C++ dan Java.
- Computer Aided Design (CAD), yakni kemampuan mengerti konsep dan cara komputer bekerja dalam permasalahan desain baik secara 2 dimensi hingga 3 dimensi. Pada beberapa institusi pendidikan bahkan diajarkan penggunaan library khusus untuk menambah atau menyesuaikan program CAD tersebut dengan kekhususan pada sebuah proyek bangunan.
- Pada ahli teknik sipil yang berkecimpung di bidang penelitian, misalnya tentang kekuatan material atau pada bidang hidrologi, sering mendapatkan permasalahan yang rumit berkaitan dengan jumlah data yang berjalan terus menerus ("*real time*"). Untuk menyelesaikan sebuah permasalahan tersebut, sering digunakan beberapa komputer yang disatukan ini. Oleh karena itu perlu juga dikuasai kemampuan bekerja secara paralel dengan komputer pada tingkat dasar.

Contoh-contoh program aplikasi komputer dalam bidang teknik sipil yang banyak digunakan di Indonesia terbagi atas :

- Administrasi proyek: MS Office (Word, Excel, Power Point)
- Manajemen proyek: MS Project, Primavera
- Program analisis struktur: SAP 2000, STAAD Pro
- Desain dan penggambaran: Autocad, Architectural Desktop, Archicad, Autodesk Building Revit, 3D Home Designer,



## 2.2. Aplikasi program MS Office dalam Teknik Bangunan

**MS Office** atau *Microsoft Office* merupakan kumpulan beberapa program yang sangat diperlukan untuk pembuatan dokumen, *homepage*, publikasi, presentasi, *database*, dan pembukuan. Beberapa aplikasi yang sering digunakan antara lain adalah **MS Word** untuk pekerjaan pengolahan kata, **MS Excel** untuk pengolahan data *spreadsheet* (lembar kerja elektronik) dan **MS PowerPoint** untuk membuat presentasi.

Untuk menjalankan pilihan program MS Office dapat dilakukan melalui perintah start → All program → Microsoft Office → dan melakukan pilihan program yang akan digunakan seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Toolbar aplikasi program MS Office

Sumber: program MS Office 2003

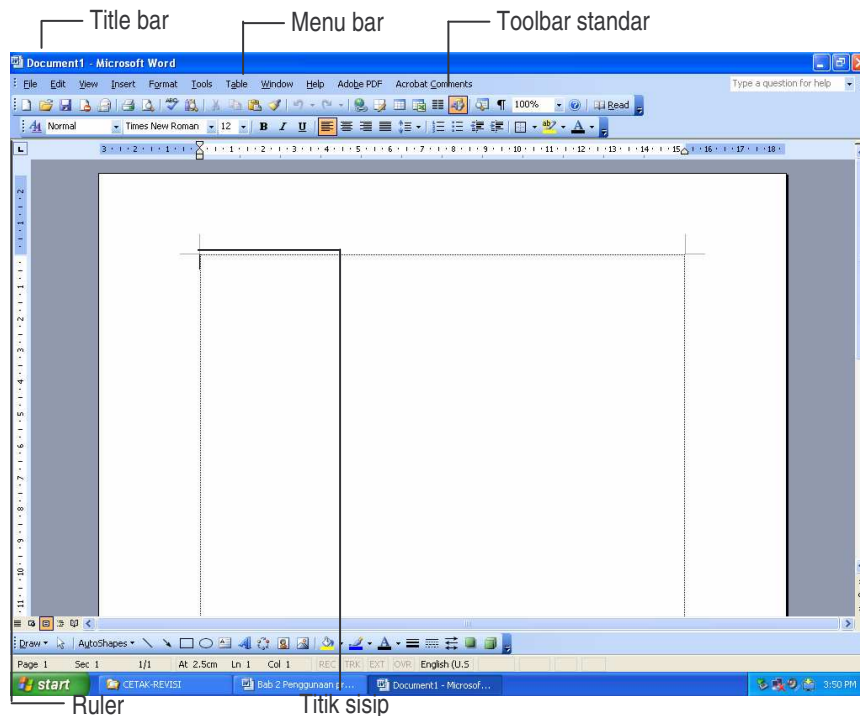
### 2.2.1. Microsoft Word (MS Word)

Program aplikasi MS Word merupakan program pengolah kata yang mempunyai kemampuan pengolahan berkas seperti menyusun memo, membuat laporan, membuat desain sampul, mengolah kolom koran, surat-menyerat, pengolahan tabel, pembuatan brosur, maupun penyusunan buku-buku. Dalam bidang teknik bangunan MS word banyak digunakan pada kegiatan administrasi, pembuatan dokumen-dokumen proyek, hingga laporan-laporan proyek.

Untuk menjalankan program MS Word dapat dilakukan dengan cara:

- Klik tombol **start**
- Pilih **new office document** pada kotak dialog yang muncul, untuk memulai bekerja dengan dokumen MS Office
- Pilih **blank document** untuk memulai membuat dokumen baru.

Setelah MS Word dijalankan akan muncul tampilan di layar monitor seperti pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Tampilan layar MS Word**

Sumber: program MS Word 2003

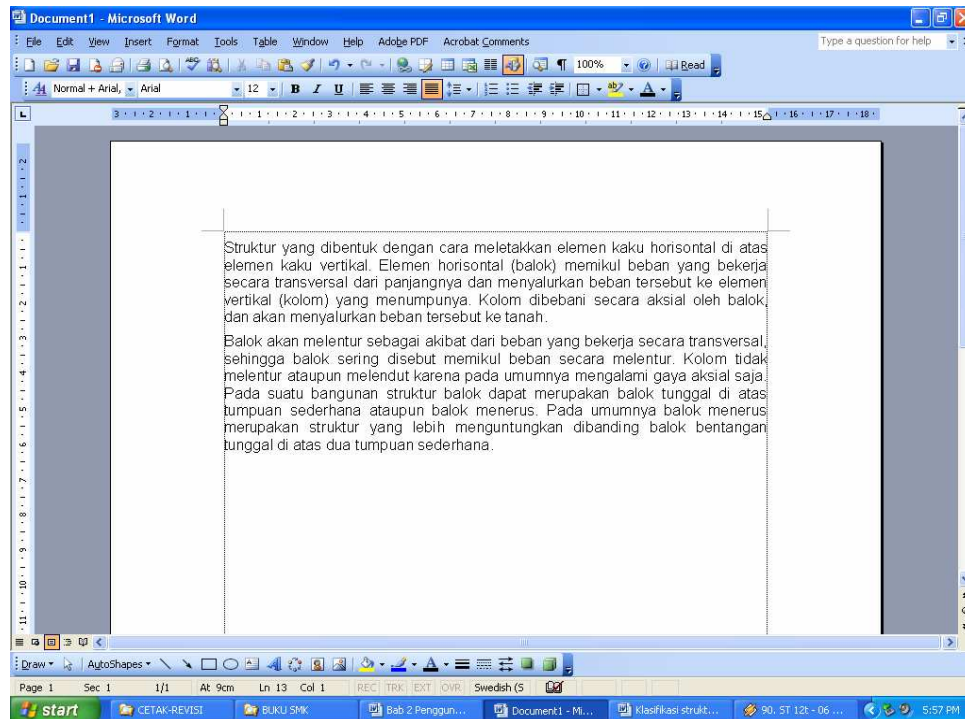
Keterangan:

- **Title bar** berisi nama program, ikon **control menu** dan ikon **control window** (Maximize, Minimize, Restore dan Close)
- Menu bar berisi kumpulan perintah menurut spesialisasi fasilitas yang diberikan oleh Word
- **Toolbar standar** memuat ikon-ikon yang mewakili kumpulan perintah dalam Menu bar
- **Toolbar formatting** memberi langkah cepat untuk memilih Font, mengatur paragraf dan lain-lain.
- **Ruler** adalah fasilitas untuk mengubah Tab stop, margin, atau indentasi
- Titik sisip (**insertion point**) merupakan penunjuk awal pembuatan dokumen
- **Status bar** memuat status jendela aktif, posisi halaman, posisi titik sisip dan lain-lain
- **Scroll bar** memuat anak panah-anak panah yang berada di baris bawah dan samping kanan digunakan untuk menggulung layar dengan cepat
- dan lain-lain

## Pembuatan dokumen dengan MS Word meliputi beberapa tahapan:

### A. Pengetikan dokumen.

Pengetikan dokumen cukup dengan mengetik dari titik sisip pada layar monitor. MS Word mempunyai fasilitas *Word Warp* yang membuat naskah akan berpindah otomatis ke baris berikutnya apabila melebihi batas kanan layar. Apabila ingin berpindah baris sebelum melebihi batas kanan layar, tekan tombol **Enter**. Hasil tampilan pengetikan terlihat seperti pada gambar 2.3.



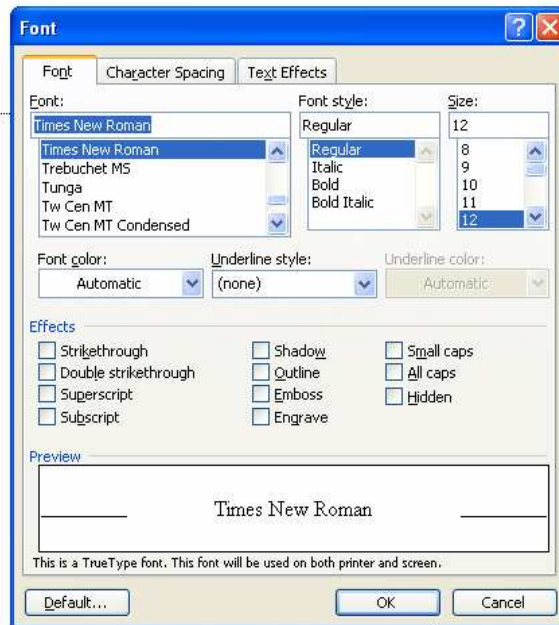
**Gambar 2.3 Pengetikan Dokumen dengan MS Word**

Sumber: program MS Word 2003

### B. Penyuntingan dokumen

Dokumen yang sudah dibuat dapat dikenai beberapa penyuntingan seperti misalnya dikenai efek cetak tebal, miring, bergaris bawah, atau diberi pengaturan tertentu. Beberapa penyuntingan yang bisa dilakukan antara lain:

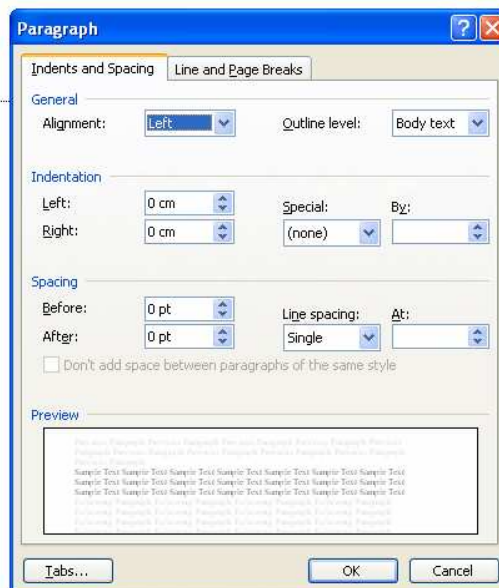
- Pengaturan *font* (jenis huruf yang digunakan dalam naskah) baik jenis maupun ukurannya (gambar 2.4.)



Gambar 2.4 Kotak dialog font

Sumber: program MS Word 2003

- Mengatur perataan naskah rata kiri, rata kanan, di tengah, atau dibuat rata kiri kanan dengan menggunakan **toolbar *formatting*** atau bisa juga menggunakan format paragraf (gambar 2.5).
- Pengaturan indentasi

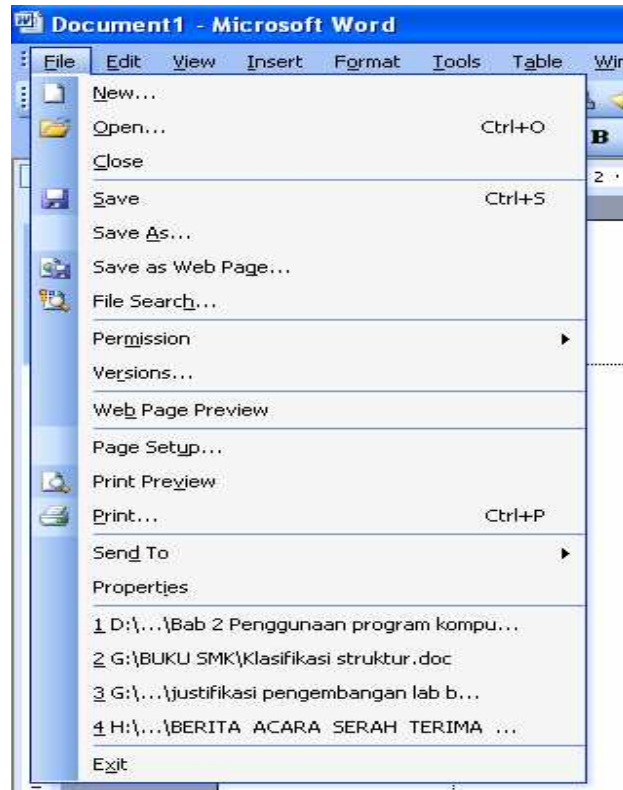


Gambar 2.5 Kotak dialog format paragraf

Sumber: program MS Word 2003

### C. Penyimpanan Dokumen

Setelah dokumen diketik dan diperiksa kesalahan pengetikannya, sebaiknya disimpan terlebih dahulu sekaligus sebagai tindakan pengamanan apabila tiba-tiba aliran listrik terputus. Penyimpanan dokumen ini sebaiknya dilakukan setiap 10-15 menit sekali. Penyimpanan dapat dilakukan dengan beberapa pilihan sesuai pilihan menu **File** seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Menu File

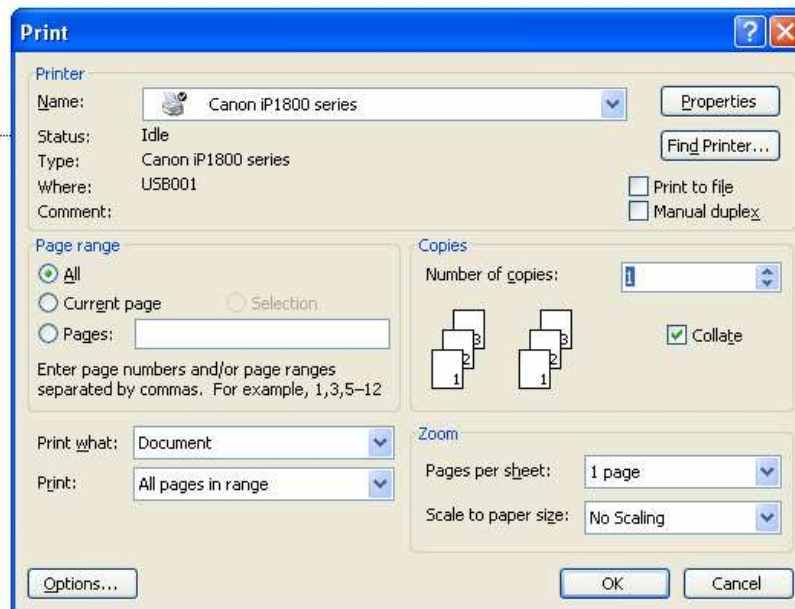
Sumber: program MS Word 2003

- **Save** (Ctrl+S), memungkinkan penentuan letak penyimpanan *file*, tipe *file* serta nama dokumen.
- **Save As**, memungkinkan penyimpanan dokumen dengan nama lain atau ke tempat tujuan lain, bahkan dalam format yang berbeda.
- **Save as HTML**, memungkinkan penyimpanan *file* untuk digunakan dalam jaringan komputer (*networking*)
- Pilihan **versions**, memungkinkan penyimpanan dalam versi yang dikehendaki

## D. Pencetakan Dokumen

Setelah dokumen disimpan dan akan dicetak sebaiknya diperiksa lebih dulu dengan fasilitas **Print Preview**. Bila sudah yakin dengan penampilan dokumen yang sudah dilihat dari fasilitas **print preview**, dokumen dapat dicetak di atas kertas dengan pilihan **Print** dari **menu File** atau dengan mengklik tombol **print**. Selanjutnya muncul kotak dialog print seperti gambar 2.7, sehingga dapat dilakukan pilihan bagian yang akan dicetak, dengan pilihan:

- **All**: untuk seluruh lembar pada file tersebut
- **Current page**: untuk bagian lembar di mana kursor berada
- **pages**: untuk bagian lembar sesuai nomor halamannya



**Gambar 2.7** Kotak dialog **print**

Sumber: program MS Word 2003

Agar dokumen-dokumen terhindar dari kerusakan, sebelum keluar dari program MS Word tutup terlebih dahulu dokumen dengan pilihan **Close** dari menu **File**. Keluar dari program MS Word bisa dilakukan dengan memilih **Exit** dari menu **File** atau cukup klik tanda silang dari menu **Control Window** di sudut kanan atas.

### 2.2.2. Microsoft Excel (MS Excel)

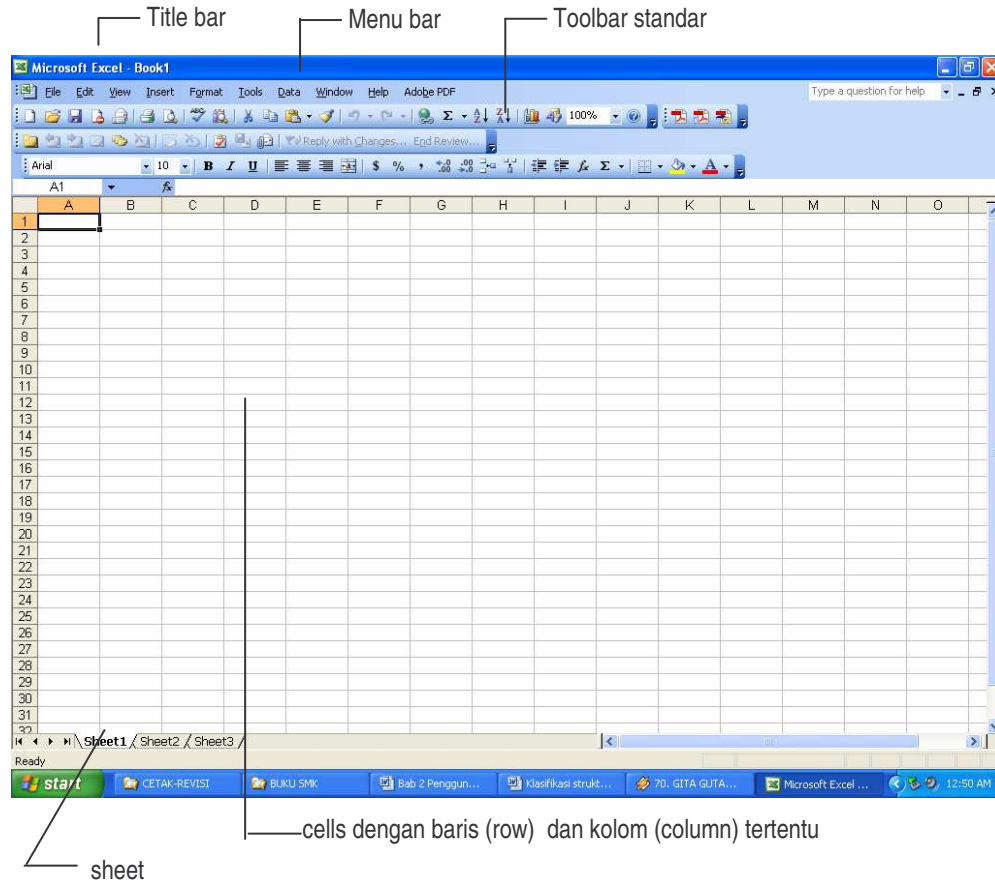
MS Excel adalah salah satu program *spreadsheet* (lembar kerja elektronik) berbasis Windows yang paling populer untuk mengumpulkan, mengelola, menganalisa data dan membuat grafik berdasarkan data tersebut.

Jenis data yang dapat dimasukkan ke dalam lembar kerja yaitu:

- **Label**, berupa teks yang bukan diperuntukkan untuk analisa matematika tetapi bisa untuk logika
- **Value**, adalah bilangan yang akan digunakan dalam perhitungan matematika dan logika
- **Formula**, untuk melakukan perhitungan pada angka dalam area lembar kerja dan menampilkan hasilnya
- **Date/time**, dipergunakan dalam perhitungan data yang berbentuk tanggal dan jam

### A. Elemen-elemen Layar MS Excel

Seperti halnya program aplikasi Windows lainnya MS\_Excel mempunyai jendela program utama yang menampilkan nama aplikasi Microsoft Excel, dalam *title bar* serta bagian-bagian lainnya (gambar 2.8). Secara lengkap elemen-elemen layar MS-Excel dan penjelasannya seperti pada tabel 2.1.



**Gambar 2.8 Tampilan layar MS Excel**

Sumber: program MS Excel 2003



**Tabel 2.1 Tampilan layar MS Word**

Sumber: program MS Excel 2003

| No | Elemen                      | Kegunaan   |
|----|-----------------------------|--|
| 1  | Title bar                   | Menampilkan nama program aplikasi dan nama file  |
| 2  | Menu bar                    | Berisikan daftar menu terdiri dari 9 menu utama: File, Edit, View, Insert, Format, Tools, Data, Window dan Help  |
| 3  | Toolbar                     | Menampilkan serangkaian tombol yang dapat mengoptimalkan tugas MS-Excel. Jika ingin menambah atau mengurangi toolbar Klik menu View, sorot Toolbar, Klik toolbar yang diinginkan   |
| 4  | Formula bar                 | Menampilkan data alamat sel aktif. Jika Formula Bar belum aktif maka Klik menu View, Klik Formula bar. Apabila formula bar diaktifkan maka akan nampak tombol Box Name, Edit formula dan Formula bar. Jika tombol Edit formula di klik maka akan muncul toolbar Functions, Cancel, Enter dan kotak Formula result. |
| 5  | Control Menu Box            | Untuk menampilkan daftar perintah  |
| 6  | Tombol minimize             | Untuk memperkecil jendela aktif sebagai icon   |
| 7  | Tombol maximize             | Untuk memperbesar jendela aktif seperti layar  |
| 8  | Tombol restore              | Untuk mengembalikan ukuran jendela aktif ke ukuran sebelumnya. Tombol ini akan muncul jika ditekan tombol maximize.  |
| 9  | Tombol exit                 | Untuk keluar dari program MS-Excel   |
| 10 | Scroll bar                  | Untuk bergerak dalam lembar kerja pada arah vertikal atau horisontal   |
| 11 | Status bar                  | Menampilkan informasi apa yang sedang dilakukan pada lembar kerja  |
| 12 | Cell pointer (penunjuk sel) | Menunjukkan alamat sel aktif dalam lembar kerja berupa kotak yang dapat dipindahkan dari satu sel ke sel lainnya   |
| 13 | Mouse pointer               | Menampilkan lokasi mouse di layar  |
| 14 | Sheet tab                   | Lembaran-lembaran dari buku kerja  |

## B. Operasional MS-Excel

1. **Menghapus isi Sel atau Range**
  - Gunakan tombol *delete*, atau
  - Menu Edit → *Clear*
    - All*: untuk menghapus semuanya
    - Formats*: untuk menghapus format sel
    - Contents*: untuk menghapus isi sel
    - Comment*: untuk menghapus komentar sel
2. **Memperbaiki data**

Menggunakan tombol F2 atau *double* klik sel yang akan diperbaiki
3. **Membuat buku kerja baru**

Pilih menu **File** → New atau klik ikon **New**
4. **Menyimpan buku kerja baru**
  - Klik **file** → **save**
  - Ketikkan nama *file* pada kotak *file name*
  - Dalam kotak *Save in*, tentukan di mana *file* akan disimpan
  - Klik tombol *save*

Gunakan kotak **Save as type** untuk menyimpan *file* dalam format lain (lakukan prosedur ini jika menginginkan ekspor *file* tersebut sehingga bisa dibuka oleh program *spreadsheet* lain)
5. **Menyimpan buku kerja dengan nama lain**

Pilih menu **File** → pilih menu **Save as**
6. **Membuka buku kerja yang telah tersimpan**
  - Klik **File** → **Open**
  - Klik *file* yang akan dibuka jika *file* tidak ada cek di kotak **look in**. Dalam kotak *look in* klik *Directories* atau *drives*, dimana *file* yang akan dibuka berada.
  - Klik tombol **open**
7. **Menutup lembar kerja**

Menu **File** → **Close**
8. **Menyisipkan kolom**

Menu **insert** → **columns**
9. **Menghapus kolom**

Pilih kolomnya, menu **Edit** → **Delete...**, *Entire column*.
10. **Memperlebar dan memperkecil kolom**
  - Menu format → **column** → **width** atau
  - Klik kolomnya kemudian drag ke kanan (untuk memperlebar), dan drag ke kiri (untuk memperkecil)
11. **Menyisipkan baris**

Menu **insert** → **rows**

**12. Menghapus baris**

Pilih barisnya, menu **Edit** → **delete**

**13. Mengubah tinggi baris**

- Menu **format** → **row** → **height**
- klik baris yang akan diubah, kemudian drag ke bawah atau drag ke atas

**14. Menyisipkan lembar kerja**

Menu **insert** → **worksheet**

**15. Menghapus lembar kerja (sheet)**

Pilih *sheet*-nya, menu **edit** → **delete sheet**

**16. Menyisipkan sel**

Menu **insert** → **cells**

- *Shift cells right*
- *Shift cells down*

**17. Menghapus sel**

Menu **edit** → **delete**

- *Shift cells left*
- *Shift cells up*

**18. Memberi nama sel atau range**

- Menu **insert** → **name** → **define**, ketik *name range* → klik **add** → klik ok atau
- Pilih sel atau *range*
- Klik tempat daftar nama range, kemudian ketik nama *range*
- Tekan tombol *enter*

**19. Mengubah ukuran huruf**

Klik **toolbar font size** → selanjutnya ubah ukuran huruf yang sesuai

**20. Mengubah efek-efek teks**

Klik **toolbar bold, italic, underline**

**21. Mengubah jenis huruf**

Klik **toolbar font** → selanjutnya pilih huruf yang sesuai

**22. Memformat angka**

Letakan penunjuk (*pointer*) pada *cell* → klik kanan → **format cell** → *number*

**23. Formula (rumus)**

Rumus merupakan bagian terpenting dari MS Excel, karena setiap tabel dan dokumen yang diketik akan selalu berhubungan dengan rumus-rumus operasi matematika. Operator matematika yang sering digunakan adalah:

- lambang **+** untuk fungsi penjumlahan
- lambang **-** untuk fungsi pengurangan
- lambang **\*** untuk fungsi perkalian

- lambang / untuk fungsi pembagian
- lambang ^ untuk fungsi perpangkatan
- lambang % untuk fungsi persentase

Proses perhitungan akan dilakukan sesuai dengan derajat urutan operasi, yang dimulai dari pangkat (^), kali (\*), atau bagi (/), serta tambah (+) atau kurang (-).

Untuk menulis rumus dapat dilakukan dengan:

- a. menulis rumus dengan mengetikkan angka langsung
  - letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan
  - pada *formula bar* ketikkan = angka + angka
  - digunakan untuk rumus yang sederhana, pendek dan angkanya tetap
- b. Menulis rumus dengan menggunakan alamat sel
  - letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan
  - pada *formula bar* ketikkan = posisi sel + posisi sel
  - digunakan untuk rumus yang datanya berubah mengikuti sel
- c. menulis rumus dengan bantuan *mouse*
  - letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan
  - ketik =, kemudian pilih dan klik sel dengan *mouse*
  - ketik +, kemudian pilih sel lainnya
  - tekan tombol enter
  - penulisan yang dianjurkan untuk menghindari kesalahan penulisan alamat sel

#### 24. Menggunakan fungsi

Sebenarnya fungsi adalah rumus yang telah disediakan oleh MS Excel, yang akan membantu dalam proses perhitungan. Salah satu fungsi yang paling banyak digunakan misalnya SUM yang merupakan fungsi penjumlahan sesuai *range* sel. Fungsi-fungsi ini dikategorikan sesuai bidang-bidang tertentu seperti: finansial, matematika dan trigonometri, statistik, hingga fungsi logika.

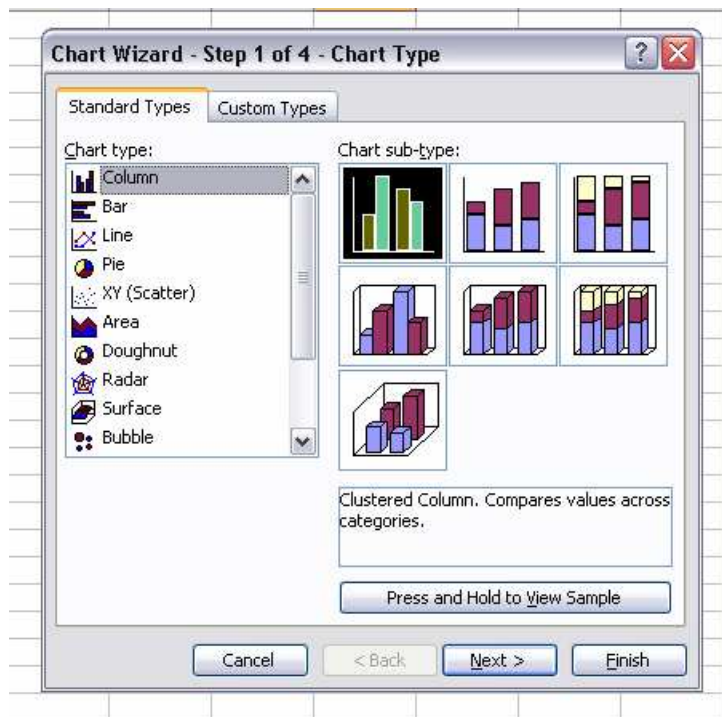
#### 25. Fungsi logika

Fasilitas operasi logika dalam MS-Excel memberikan kemampuan untuk melakukan penilaian apakah suatu pernyataan TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sebagai contoh, isilah sel A1 dengan angka 10 dan sel A2 dengan angka 15. Selanjutnya isikan pada sel A3 dengan ekspresi logika =A1<A2. Dengan ekspresi ini MS-Excel akan memberikan penilaian apakah isi sel A1 lebih kecil dari isi sel A2, bila ya MS-Excel akan menampilkan TRUE yang berarti pernyataan itu benar. Bila isi sel A1 diubah menjadi 20, maka sel A3 menampilkan FALSE yang berarti pernyataan itu sekarang salah.

### C. Membuat grafik

Untuk membuat data supaya menarik dan informatif, maka MS-Excel menyediakan fasilitas pembuatan grafik. Grafik merupakan penggambaran secara visual dari suatu rangkaian data lembar kerja. Langkah-langkahnya:

1. Sorot *range* data yang akan digrafikkan
2. Klik tombol **chart Wizard** dari *toolbar standard* (gambar 2.9)
3. Pada tab *standard types* klik **chart type**: untuk memilih jenis grafik yang diinginkan kemudian klik salah satu bentuk *chart sub-type*. Pemilihan tipe grafik (*chart type*) bergantung pada perbandingan visual yang diinginkan.



**Gambar 2.9 Chart wizard dialog**

Sumber: program MS Excel 2003

Tipe grafik yang sering digunakan:

- **Grafik batang (*bar*)** menggambarkan rangkaian data dengan menggunakan batang. Grafik ini cocok untuk kategori yang memperlihatkan perbandingan antara nilai pada masing-masing item
- **Grafik garis (*line*)** menggambarkan rangkaian data sebagai titik pada sebuah garis. Digunakan untuk memperlihatkan perubahan data terhadap waktu. Grafik ini menegaskan kecenderungan naik atau turunnya data

- **Grafik lingkaran (*pie*)** menggambarkan rangkaian data tunggal. Digunakan untuk membandingkan suatu data terhadap keseluruhan. Setiap nilai data digambarkan sebagai irisan lingkaran
  - **Grafik XY (*XY scatter*)** menggunakan dua sumbu nilai yang menggambarkan pasangan titik data dalam sebuah garis. Grafik ini menggambarkan hubungan (korelasi) secara visual antara rangkaian data yang diplot
4. klik tombol *next* untuk menentukan sumber data (*chart source data*). Pada *tab data source* tentukan data-data *range* baik secara baris (*rows*) ataupun kolom (*columns*).
  5. Klik tab ***series*** untuk menyesuaikan data *series* (dalam hal ini untuk menambah atau menghapus data *series* yang tidak diperlukan), *category (X) axis labels* (untuk menentukan label sumbu X)
  6. Klik tombol *next* untuk menentukan *chart options* yang meliputi tab ***titles*** (yang meliputi *chart title*, *category (X) axis*, *series (Y) axis*, *tab axes*, *tab gridlines*, *tab legend*, *tab data labels*, *data table*).
  7. klik tombol *next* untuk menentukan lokasi grafik (*chart location*) yaitu pada lembar kerja yang baru (*As new sheet*) atau pada lembar kerja yang bersangkutan (*As object in*)
  8. untuk mengahiri proses klik tombol ***finish***

#### D. Mencetak buku kerja

Mencetak buku kerja merupakan langkah penting yang perlu dilakukan. Pencetakan lembar kerja dimaksudkan untuk membuat output dalam bentuk laporan atau untuk keperluan pengarsipan. Gunakan *print preview* untuk melihat hasil cetakan. Langkah yang dapat dilakukan:

1. jika akan mencetak *range* tertentu, maka sorot terlebih dahulu *range* yang akan dicetak.
2. pilih menu *File* dan klik *Print*, maka kotak dialog akan tampil.
3. pilih tipe printer yang akan digunakan
4. pilihan ***print range*** yang akan dicetak, misalnya halaman 1 sampai halaman 5, ataupun pilihan ***print what*** untuk menentukan apakah keseluruhan ***Active sheet*** atau bagian yang disorot saja (***selection***)
5. Isi Number of copies
6. Klik OK

#### E. Keluar dari Windows Excel

Untuk keluar dari S-Excel, pilih menu File, Exit. MS-Excel akan menanyakan apakah lembar kerja yang terbuka ingin disimpan. Dapat dipilih salah satu dari tiga tombol untuk menjawabnya.

### 2.2.3. Microsoft PowerPoint

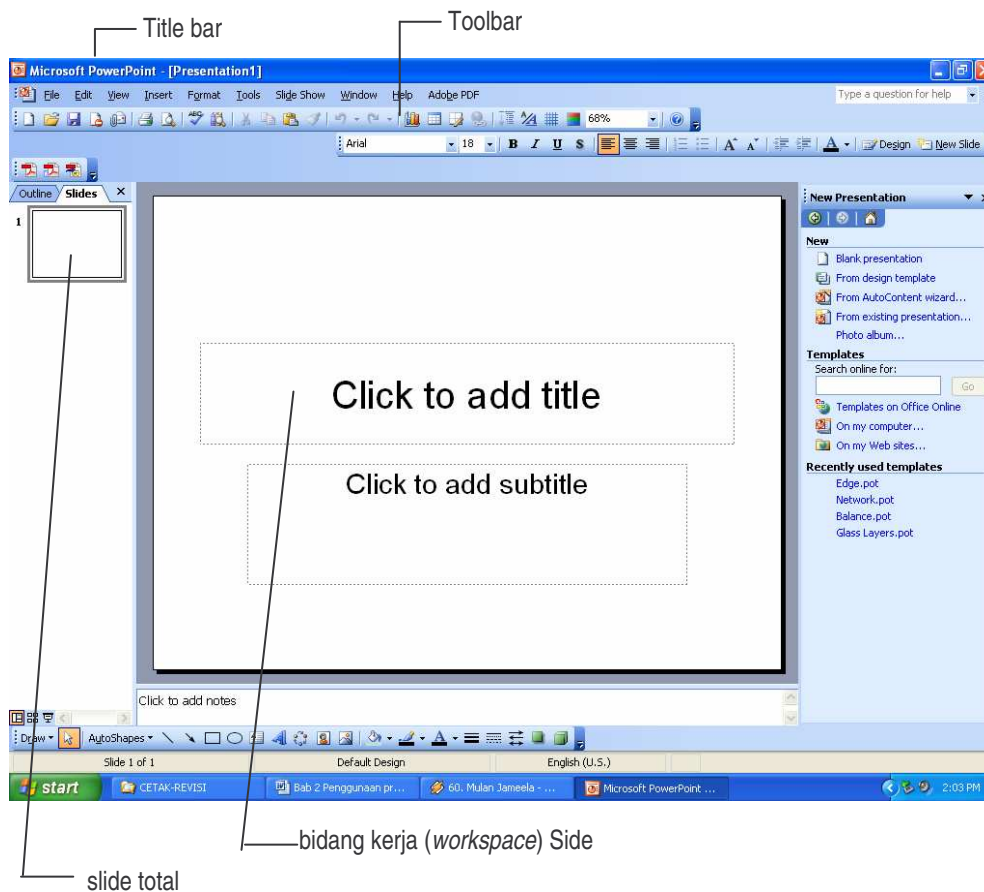
Microsoft PowerPoint adalah sebuah program aplikasi untuk membuat presentasi. Dengan Microsoft PowerPoint akan dapat dengan mudah dibuat pelajaran berupa pertunjukkan (untuk pendidikan atau job training), promosi perusahaan atau produk berupa pertunjukkan dan lain-lain.

Dalam Microsoft PowerPoint, setiap tampilan disebut dengan *slide*, dan setiap *slide* dapat dimasukkan dengan gambar dan suara sehingga presentasi menjadi lebih hidup.

#### Langkah-langkah pembuatan presentasi:

##### A. Menjalankan powerpoint.

Setelah power point dijalankan akan terlihat tampilan seperti pada gambar 2.10.



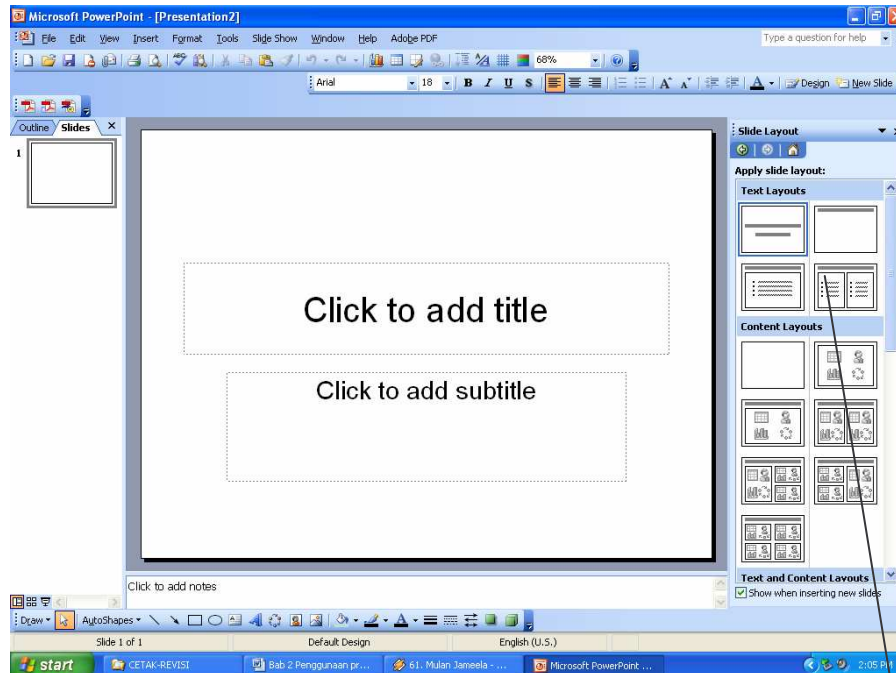
**Gambar 2.10 Tampilan layar MS PowerPoint**  
Sumber: program MS PowerPoint 2003



## B. Memilih tampilan slide

Untuk memilih tampilan atau *lay out slide*, dapat digunakan macam dan jenis yang diberikan oleh program powerpoint (*default*). Pilihan ini akan muncul jika menggunakan perintah **New** pada menu *file*, seperti ditunjukkan pada gambar 2.11. Selanjutnya dapat dilakukan pemilihan:

- **blank presentation**, atau
- salah satu *lay out* yang disediakan



pilihan standar side (*default*) —

**Gambar 2.11** Tampilan layar dengan pilihan bentuk slide

Sumber: program MS PowerPoint 2003

## C. Memasukkan teks ke dalam slide

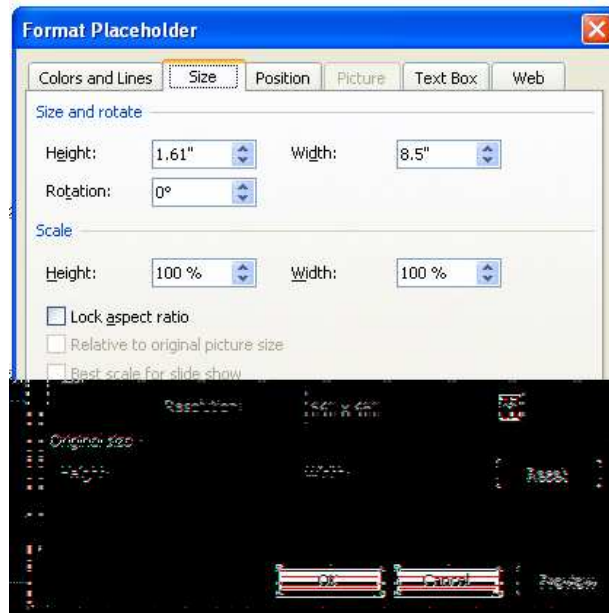
- Klik kotak bertuliskan **click to add title**, kemudian ketik teks yang dimaksud, kemudian *enter*
- Klik dalam kotak teks kedua, ketik teks yang dimaksud, kemudian *enter*

Untuk melihat hasil rancangan presentasi, dapat ditekan tombol F5 setiap saat, dan untuk kembali ke lembar kerja tekan tombol Esc.

#### D. Memperbesar / memperkecil kotak teks

Jika panjang teks tidak muat dalam kotak, kotak dapat diperbesar dengan dua cara:

- Cara yang pertama, klik kanan dalam kotak, klik menu **format placeholder** (gambar 2.12), klik tab **size**, perbesar kotak dengan menaikkan atau mengetikkan langsung angka pada kotak sesuai dengan lebar yang diinginkan. Klik Ok.
- Cara kedua, perbesar atau perkecil kotak teks melalui bulet-bulet yang diberikan di sekeliling kotak



**Gambar 2.12** Tampilan format placeholder

Sumber: program MS PowerPoint 2003

#### E. Memblok teks

Agar dapat mengubah jenis dan ukuran teks, mengubah perataan teks dan lain-lain, maka teks yang akan diubah harus diblok terlebih dahulu.

#### F. Mengatur perataan teks

Blok teks yang akan diatur atau diratakan, tekan salah satu tombol di bawah ini:

- Ctrl + E            membuat teks rata tengah
- Ctrl + L            membuat teks rata kiri
- Ctrl + R            membuat teks rata kanan
- Ctrl + J            membuat teks rata kiri dan kanan

### G. Menghapus kotak teks

Tidak semua kotak teks yang diberikan tidak harus semuanya diisi. Jika kotak yang diperlukan cukup hanya satu, maka hapuslah kotak teks yang lainnya dengan cara:

- Klik di dalam kotak teks yang akan dihapus
- Setelah kotaknya muncul, sorot pinggir kotak hingga muncul anak panah berkepala empat
- Setelah anak panah berkepala empat muncul, langsung klik tombol kiri mouse (maka kursor akan hilang)
- Setelah kursor hilang, tekanlah tombol *delete* untuk menghapus

### H. Mengubah jenis dan ukuran font

Blok teks yang akan diubah, klik kotak **font size**, pilih ukuran *font* yang diinginkan, atur kembali letak setiap kotak teks sesuai dengan yang diinginkan.

### I. Wordart

Selain teks biasa, bisa juga dimasukkan teks berupa **Wordart**. Teks berupa *Wordart* akan diperlakukan seperti gambar 2.13.



Gambar 2.13 Tampilan wordart gallery

Sumber: program MS PowerPoint 2003

### J. Menyimpan presentasi

Untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan, simpanlah dahulu *file* presentasi yang sudah dibuat dengan cara yang sama dengan penyimpanan file MS Word maupun MS Excel. Setelah disimpan, maka pengerjaan bisa dilanjutkan kembali.

## K. Menjalankan presentasi

Setelah presentasi (semua *slide*) selesai dibuat, jalankan presentasi dengan cara sebagai berikut:

- Klik menu ***slide show***
- Klik ***view show***

Kedua instruksi tersebut bisa disingkat dengan menekan tombol F5. Untuk kembali ke lembar kerja, tekan tombol esc.

## 2.3. Aplikasi program MS Project dalam Teknik Bangunan

### 2.3.1. Proyek dan Manajemen Proyek

*Project* atau biasa disebut proyek merupakan suatu rangkaian kerja dari suatu pekerjaan mulai dari tahap perencanaan hingga tahap akhir. Untuk membuat perencanaan suatu proyek, ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu:

- Melakukan perencanaan dan penjadwalan , serta melibatkan semua orang yang berkompeten dalam proyek tersebut.
- Menentukan rencana dasar (*baseline*) yang meliputi penentuan jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang diperlukan, baik sumber daya manusia maupun material (*resource*), biaya yang diperlukan (*cost*), dan jadwal kerja (*schedule*).
- Memantau apakah pelaksanaan pekerjaan bisa sesuai dengan rencana, dan bila tidak sesuai maka perlu dilakukan penjadwalan ulang (*re-scheduling*).

Masing-masing proyek mempunyai karakteristik tertentu yang berbeda dengan pekerjaan lain dalam hal organisasi, pengelolaan, pemakaian sumber daya, waktu, kompleksitas, dan ketidakpastian, sehingga masing-masing memerlukan penanganan atau manajemen khusus. Manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi atau perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dengan mempertimbangkan waktu dan biaya.

Suatu proyek dapat mengalami kegagalan karena kesalahan manajemen. Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan yang matang dan komprehensif.

### 2.3.2. Microsoft Office Project Professional

Microsoft Office Project Professional merupakan *software* yang dirilis Microsoft Corporation untuk perencanaan dan pengelolaan proyek. *Software* ini memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna, dapat digunakan secara efektif dan efisien untuk mengatur proyek, mendapatkan informasi, mengatur jadwal, membuat laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Rilis terbaru dari Microsoft

Corporation adalah Microsoft Office Project Professional versi 2007 atau lebih dikenal dengan sebutan **Project**.

Berikut ini adalah beberapa istilah yang berhubungan dengan MS Project beserta penjelasan singkatnya.

- **Task**

*Task* adalah item pendukung utama sebuah proyek atau jenis-jenis pekerjaan dalam suatu proyek. Suatu proyek baru harus berisi lebih dari 1 *task* agar berjalan dengan baik.

- **Duration**

*Duration* adalah jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dalam pengisian *duration*, adalah default satuan waktu yang telah disediakan, antara lain:

| Satuan                        | Inisial |
|-------------------------------|---------|
| menit (minute)                | mins    |
| jam (hour)                    | hrs     |
| hari (days)                   | days    |
| 1 hari penuh (elapsed day)    | ed      |
| 1 minggu penuh (elapsed week) | ew      |
| minggu (week)                 | wks     |
| bulan (month)                 | monts   |

- **Start**

*Start* adalah nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan. Untuk pengisian kolom tanggal mulai, hanya dilakukan satu kali pada awal proyek. Adapun untuk tanggal mulai pekerjaan lin akan secara otomatis diisikan oleh software dengan acuan hitungan nilai *duration* yang dimasukkan.

- **Finish**

*Finish* adalah tanggal akhir pekerjaan yang akan terisi secara otomatis dengan perhitungan tanggal mulai (*Start*) ditambah lama pekerjaan (*Duration*).

- **Predecessor dan Successor**

*Predecessor* merupakan hubungan atau keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Misalnya: pekerjaan Pembuatan Pondasi baru dapat berjalan setelah pekerjaan Penggalian Tanah selesai. Maka pekerjaan penggalian Tanah adalah *predecessor*. Sedangkan pekerjaan Pembuatan Pondasi adalah *successor*.

- **Resources**

Penggunaan sumber daya baik sumber daya manusia maupun material dalam Microsoft Project disebut dengan *resources*. Istilah lainnya adalah *overlocated* (pemakaian yang melebihi kapasitas). Sebagai contoh: dalam suatu proyek hanya memiliki 1 orang tukang kayu, sementara dia harus melakukan 2 pekerjaan di 2 tempat yang

berbeda. Microsoft Project akan memberi tanda khusus bila satu *resources* mengalami *overlocated*.

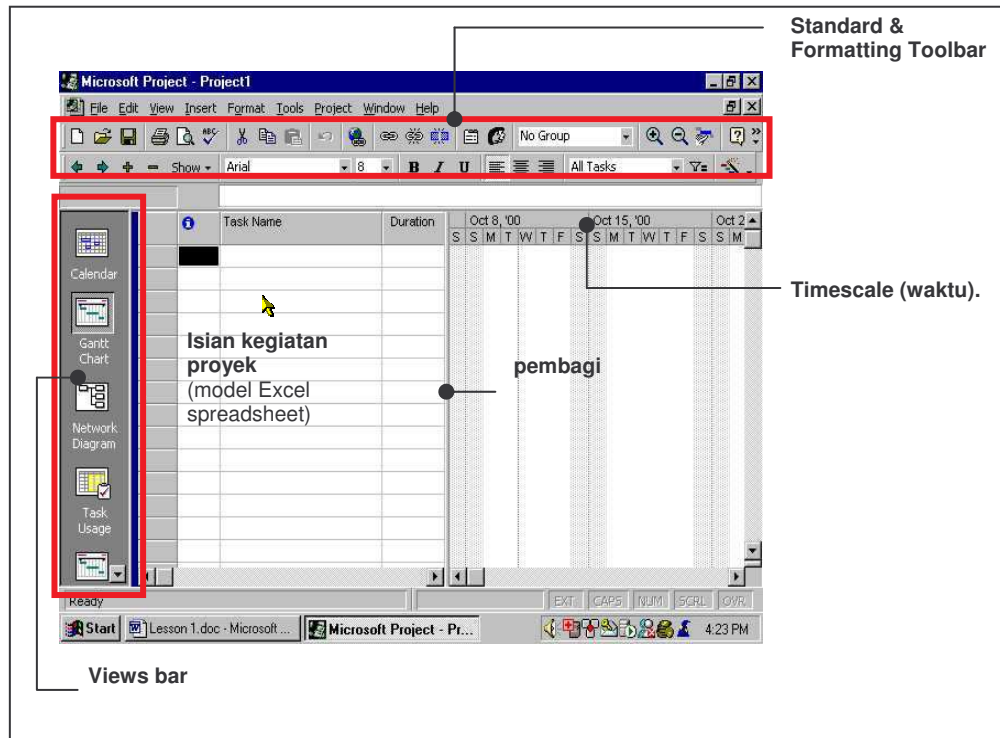
- **Cost**  
*Cost* adalah biaya yang dipergunakan untuk menjalankan sebuah proyek. Perhitungan biaya dapat dilakukan per jam, harian, mingguan, bulanan atau dapat pula berupa biaya borongan. Untuk perhitungan biaya yang digunakan keseluruhan akan dihitung sendiri oleh Microsoft Project dengan catatan seluruh komponen kerja telah dimasukkan ke bagian masing-masing.
- **Gantt Chart**  
*Gantt chart* adalah bentuk tampilan dari hasil kerja Microsoft Project dalam bentuk batang horisontal 3 dimensi yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya. Selain itu, grafik ini menunjukkan hubungan antara pekerjaan satu dengan yang lainnya.
- **Baseline**  
*Baseline* adalah suatu rencana baik jadwal maupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan. *Baseline* digunakan sebagai patokan dan perbandingan antara rencana kerja yang anda punyai dengan kenyataan di lapangan.
- **Tracking**  
*Tracking* adalah peninjauan hasil kerja di lapangan dengan rencana semula. *Tracking* dapat digunakan untuk membandingkan rencana dasar dengan kenyataan di lapangan.
- **Milestone**  
*Milestone* digambarkan dengan nilai durasi 0, karena *milestone* hanya digunakan sebagai penanda dari serangkaian pekerjaan bahwa pada waktu tersebut pekerjaan telah usai.

### 2.3.3. Mengenal Komponen Project

Untuk menjalankan Software ini, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut: Klik **Start ► Program ► Microsoft Office ► Microsoft Project**, sehingga akan muncul tampilan aplikasi MS Project seperti pada gambar 2.14. Beberapa komponen tampilan yang penting adalah:

- **View Bar**  
Merupakan salah satu jendela dari MS Project yang memungkinkan untuk berpindah dari satu lembar kerja ke lembar kerja lainnya. *View Bar* terdiri dari tampilan:
  - *Calender*
  - *Gantt Chart*
  - *Network Diagram*
  - *Task Usage*
  - *Tracking Gantt*
  - *Resource Graph*
  - *Resource Sheet*

- Resource usage
- View More



Gambar 2.14 Tampilan MS Project

Sumber: program MS Project 2007

- **Title Bar**  
Adalah baris judul jendela yang berisi nama *file* project yang sedang terbuka.
- **Toolbar Standard**  
Adalah baris *toolbar* yang berisi tombol-tombol perintah standar yang biasanya terdapat di hampir semua program.
- **Toolbar Formatting**  
Adalah baris *toolbar* yang berisi tombol-tombol perintah yang dapat digunakan untuk mengolah data ataupun lembar kerja dalam proyek tersebut.
- **Gantt Table**  
Merupakan lembar kerja yang pertama kali tampil saat menjalankan Project. Lembar kerja ini adalah lembar kerja utama yang digunakan untuk memasukkan unsur-unsur pendukung proyek, yaitu jenis pekerjaan, lama pekerjaan, hubungan antar pekerjaan, dan sumber daya.



- **Gantt Chart**

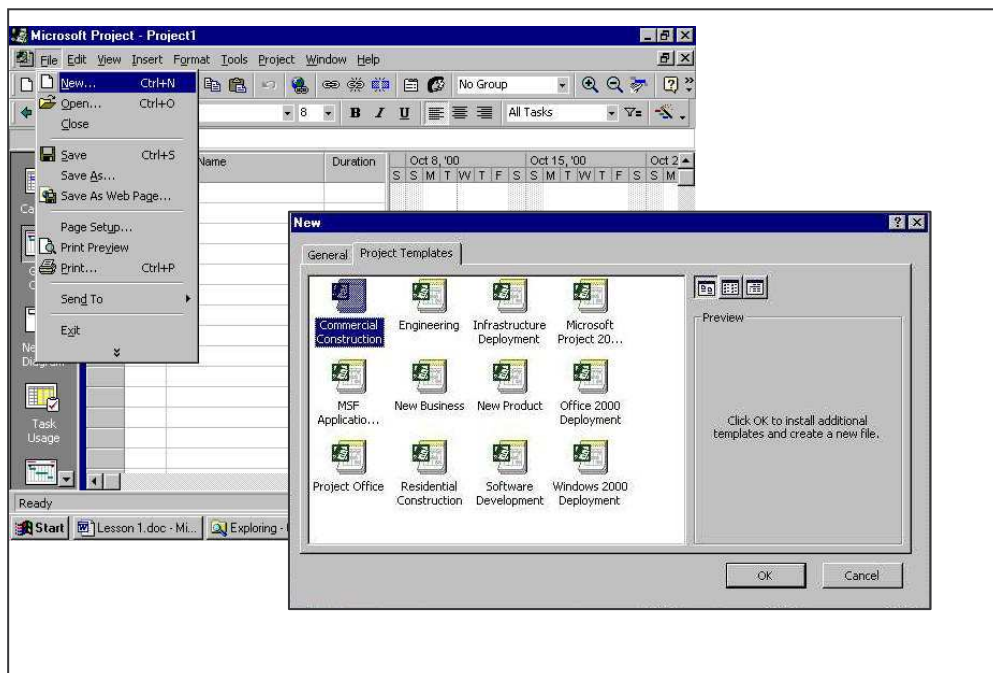
Merupakan tampilan *grafik bar* 3 dimensi yang merupakan ilustrasi durasi waktu pekerjaan sesuai dengan nilai durasi yang dimasukkan dalam lembar kerja *Gantt Table*.

### 2.3.4. Operasional Dasar

Sebelum membuat *file* baru, harus ditentukan kapan proyek tersebut akan dimulai dan kapan harus selesai, karena dalam suatu proyek harus ada target yang harus dicapai sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan pada tahap awal proyek tersebut.

#### a. Membuat *File Project* Baru

- Pada bagian Menu Bar pilih perintah **File ► New**, klik pada pilihan **New Project** atau **Task Pane**
- Pada *Task Pane*, pilih **Blank Project** sehingga akan terbuka lembar kerja baru
- Atau klik langsung pada perintah **New** di baris *toolbar* standar, sehingga akan langsung terbuka lembar kerja baru. (gambar 2.15)



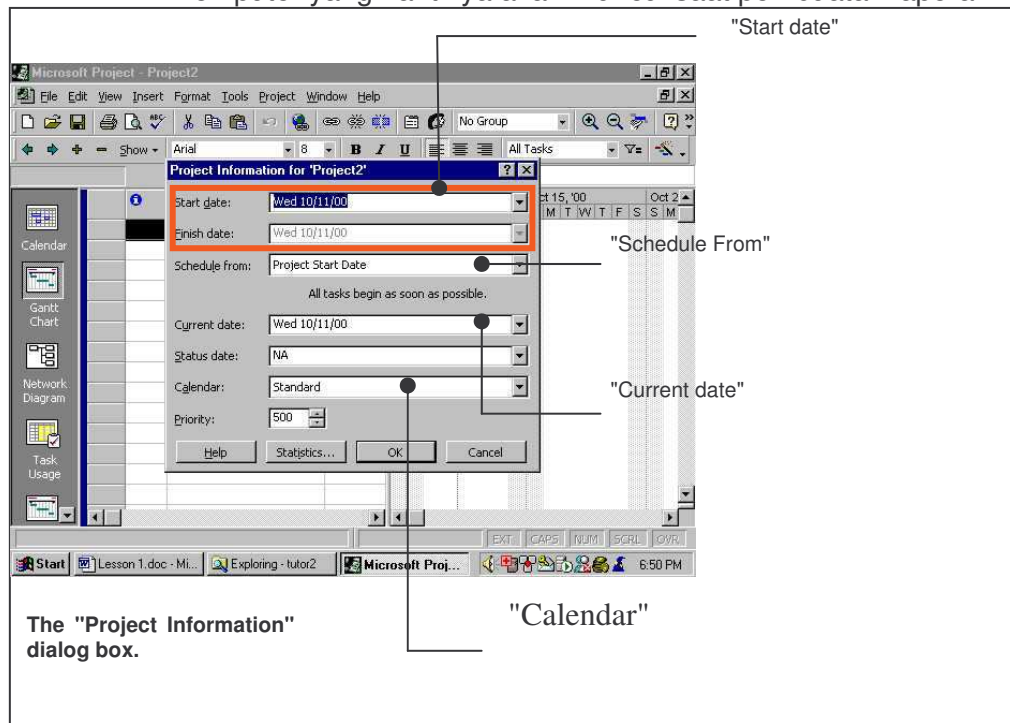
Gambar 2.15 Tampilan MS Project

Sumber: program MS Project 2007

#### b. Menentukan Tanggal Mulai Proyek

- Untuk memasukkan nilai tanggal mulai proyek, pilih perintah menu **Project ► Project Information**

- Dari tampilan seperti gambar 2.16, pilih salah satu dari jenis **Schedule Form** atau dasar perhitungan tanggal, yaitu:
  - **Project Start Date**, maka nilai tanggal berakhir akan dihitung berdasarkan tanggal mulai ditambah dengan lama pekerjaan.
  - **Project Finish Date**, maka perhitungan tanggal mulai pekerjaan akan dihitung mundur, yaitu tanggal akhir dikurangi dengan lama pekerjaan.
- **Start Date**, pada bagian ini harus dimasukkan nilai tanggal dimulainya proyek. Bila tidak memasukkan tanggal tertentu, maka secara otomatis proyek akan dianggap dimulai pada hari ini.
- **Finish Date**, pada bagian ini dimasukkan nilai tanggal berakhirnya proyek. Untuk proyek yang belum dilaksanakan dan dijadwal berdasarkan masing-masing bagian pekerjaan, maka nilai **Finish Date** akan otomatis terisi sama dengan nilai tanggal mulainya proyek.
  - **Current Date**, berisikan tanggal hari ini sesuai setting pada komputer.
  - **Calendar**, berisikan jenis-jenis penanggalan yang telah tersedia, dapat digunakan *24 hours*, *night shift*, atau *standard*.
  - **Comment**, bagian yang digunakan untuk memasukkan sebuah komputer yang nantinya akan muncul saat pembuatan laporan.



Gambar 2.16 Tampilan **Project Information**

Sumber: program MS Project 2007

**c. Mengisi Data-data tentang Proyek**

Gunakan perintah **File ► Properties**, sehingga akan muncul pilihan isian berikut:

- **General**, berisi informasi tentang proyek yang sedang ditangani, meliputi informasi tentang tipe, ukuran, tanggal pembuatan, serta beberapa informasi lainnya.
- **Summary**, merupakan tabulasi dalam **Project Properties** yang berisi keterangan utama dari proyek tersebut, meliputi informasi tentang:
  - *Title* : judul proyek
  - *Subject* : keterangan dari judul proyek
  - *Author* : nama pemilik/pembuat proyek
  - *Manager* : nama manajer perusahaan
  - *Company* : nama perusahaan yang menangani proyek tersebut
  - *Category* : jenis atau kategori proyek
  - *Keywords* : kata kunci untuk memudahkan dalam pencarian file
  - *Comments*: komentar yang akan ditampilkan saat melakukan pencarian file.
  - Hiperlink base : diisi jika proyek berhubungan langsung dengan proyek lain
- **Statistic**, menampilkan informasi seputar *file*, seperti tanggal pembuatan, pengeditan terakhir, serta informasi lainnya.
- **Contents**, menampilkan informasi tentang proses pelaksanaan proyek, misalnya tanggal mulai (*Start*), tanggal berakhir (*Finish*), jumlah hari (*Work*), dan informasi lain.
- **Custom**, bagian yang digunakan untuk menambahkan atau membuat beberapa informasi lainnya yang akan ditampilkan pada bagian tabulasi *Contents*.

**d. Mengisi Task Name**

Untuk mengisi jenis-jenis pekerjaan, aktifkan *Gantt Chart* pada bagian *View Bar*. Untuk pengisian bagian-bagian lain dari *View Bar*, bisa dilakukan jika proses input jenis-jenis pekerjaan pada *Gantt Chart* telah selesai dilakukan.

Tampilan *Gant Chart* terdiri dari 2 bagian:

- **Bagian pertama** adalah *Gantt Table* yang terdiri dari:
  - Kolom pertama berisi informasi tentang pekerjaan. Bila pekerjaan telah berakhir, maka akan diberi tanda √.
  - *Task Name*, diisi dengan jenis-jenis pekerjaan dari proyek.
  - *Duration*, diisi dengan lama dari pekerjaan tersebut dilakukan.
  - *Start*, untuk menampilkan tanggal dimulainya pekerjaan.
  - *Finish*, untuk menampilkan tanggal berakhirnya pekerjaan.
  - *Predecessor*, diisi tentang hubungan antara pekerjaan satu dengan yang lain dan dibaca berdasarkan ID-nya.
  - *Resources Name*, diisi dengan sumber daya yang digunakan dalam pekerjaan tersebut.

- **Bagian kedua** berisi tampilan grafik bar 3 dimensi yang mewakili keseluruhan proses pekerjaan yang dimasukkan dalam *Task Name* pada *Gantt Table*. Panjang atau pendeknya batang grafik tergantung pada lamanya durasi.

Untuk mengisi kolom Task name, klik atau aktifkan *pointer* pada baris **Task Name ► ketik nama pekerjaan ► Enter.**

**e. Menyimpan File Proyek**

Pilih perintah menu **File ► Save**, sehingga muncul kotak dialog. Tentukan *folder* yang akan digunakan untuk menyimpan *file*. Beri nama untuk *file* baru dengan memasukkan pada kotak *File Name*. Terakhir tekan tombol **Save**.

**2.3.5. Operasional Lanjutan**

Setelah mengetahui beberapa perintah untuk operasional dasar MS Project, maka berikut diuraikan beberapa perintah operasional lanjutan.

**a. Mengelompokkan Pekerjaan (*Outlining*)**

Suatu pekerjaan dalam *Project* dapat dibagi menjadi dua macam pekerjaan, yaitu pekerjaan utama (*Summary Task*) dan pekerjaan rincian (*Sub-task*). Pekerjaan utama biasanya ditandai dengan tampilan huruf yang lebih tebal, sedangkan pekerjaan rincian biasanya menjorok ke dalam. Durasi pekerjaan utama sama dengan jumlah durasi pekerjaan rincian atau sama dengan nilai durasi tertinggi dari pekerjaan rincian.

**b. Mengatur Durasi Pekerjaan**

Durasi pekerjaan secara defaults akan terisi *1 days* (hari) saat pertama memasukkan jenis-jenis pekerjaan. Langkah pengisian duasi sama dengan pengisian pada bagian Task Name. Durasi pekerjaan dapat juga berisis 0 (nol). Durasi nol dalam Microsoft Project disebut sebagai **Milestone**, dan hanya diberikan kepada pekerjaan yang digunakan sebagai penanda dari rangkaian pekerjaan. Contohnya, jika pekerjaan bagian atap dan bagian atas lainnya telah selesai, maka diberikan tanda bahwa pekerjaan bangunan atas sudah selesai.

**c. Membuat *Milestone***

*Milestone* adalah suatu referensi sebagai tanda penunjuk suatu peristiwa penting dalam suatu proyek yang digunakan untuk memonitor atau mengetahui perkembangan dan kemajuan proyek.

**d. Bekerja dengan *Constraint***

Berikut ini adalah beberapa jenis *constraint* yang dapat digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan dalam sebuah proyek.

- **Deadline**

*Deadline* adalah target waktu yang menjadi tanda bahwa suatu pekerjaan sudah harus diselesaikan. Jika sampai batas waktu tersebut pekerjaan belum selesai, maka Microsoft Project akan memberikan tanda tertentu.

- **Type Constraint**, yaitu:

- i. **As Late As Possible (ALAP)**, yaitu suatu pekerjaan yang harus dilakukan selambat mungkin. Secara *default* semua pekerjaan terpasang *constraint* ini.
- ii. **As Soon As Possible (ASAP)**, yaitu suatu pekerjaan yang harus diselesaikan secepat mungkin. Tipe ini biasanya digunakan pada pekerjaandengan penyusunan suatu jadwal yang dimulai dari tanggal berakhirnya proyek.
- iii. **Finish No Earlier Than (FNET)**, yaitu suatu pekerjaan harus diselesaikan pada tanggal tertentu atau sesudahnya. *Constraint* ini digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang waktu penyelesaiannya bergantung pada waktu-waktu tertentu.
- iv. **Finish No Later Than (FNLТ)**, yaitu suatu pekerjaan sudah harus diselesaikan sebelum tanggal tertentu atau sesudahnya atau paling lambat pada tanggal tertentu.
- v. **Must Finish On (MFO)**, yaitu suatu pekerjaan sudah harus selesai pada tanggal tertentu.
- vi. **Must Start On (MSO)**, yaitu suatu pekerjaan sudah harus dimulai pada tanggal tertentu.
- vii. **Start No Earlier Than (SNET)**, yaitu suatu pekerjaan baru dapat dimulai pada tanggal tertentu atau sesudahnya. *Constraint* ini digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang waktu mulainya tergantung pada waktu-waktu tertentu.
- viii. **Start No Later Than (SNLT)**, yaitu suatu pekerjaan sudah harus dimulai sebelum tanggal tertentu atau sesudah tanggal tersebut, atau paling lambat pada tanggal tertentu.

- **Constaint Date**

Merupakan target waktu yang menandakan bahwa sudah harus menyelesaikan pekerjaan. Jika waktu yang ditetapkan dalam *constraint date* sudah terlewati, maka akan mempengaruhi penjadwalan proyek pada *Gantt Table*.

e. **Mengatur Hubungan antar Pekerjaan**

Hubungan ketergantungan antar pekerjaan dalam suatu proyek tidak semua sama. Terdapat pekerjaan yang baru bisa dimulai setelah pekerjaan lain selesai, tetapi ada pula yang harus dikerjakan

bersamaan. Dalam Microsoft Project hubungan ketergantungan antar pekerjaan dapat dibedakan atas:

- i. **Finish-to-Start (FS)**, yaitu suatu hubungan ketergantungan dimana suatu pekerjaan (B) tidak boleh mulai sampai pekerjaan lain (A) selesai.
- ii. **Start-to-Start (SS)**, yaitu suatu hubungan ketergantungan dimana suatu pekerjaan (B) tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan lain (A) dimulai.
- iii. **Finish-to-Finish (FF)**, yaitu suatu hubungan ketergantungan dimana suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan lain (A) telah diselesaikan.
- iv. **Start-to-Finish (SF)**, yaitu suatu hubungan ketergantungan dimana suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan lain (A) dimulai.

**f. Mengatur Jadwal Pekerjaan**

*Calendar* adalah sistem penanggalan yang digunakan oleh Microsoft Project Professional untuk menjadwalkan proyek yang sedang dirancang. *Calendar* secara khusus diberlakukan untuk sumber daya yang digunakan dalam proyek, sehingga proyek dapat melakukan pelacakan. Secara *default*, pekerjaan dijadwalkan berdasarkan *Project Calendar*.

Ada 4 jenis *Calendar* dalam Microsoft Project, yaitu sebagai berikut:

- a. **Base Calendar**, digunakan sebagai dasar dari *Project Calendar*, *Resource Calendar* dan *Task Calendar*. *Calendar* ini menggambarkan penanggalan standar untuk waktu kerja dan waktu libur. Pada bagian ini terdapat 3 *base calendar default*, yaitu:
  - *Standard*
  - *24-hours*
  - *Night shift*
- b. **Project Calendar**, menggambarkan hari dan waktu untuk hari kerja dan hari libur. *Calendar* ini biasanya menggambarkan jadwal kerja tradisional dan biasanya digunakan untuk jadwal pekerjaan yang memiliki sumber daya yang ditugaskan dan dengan tipe durasi tetap.
- c. **Resource Calendar**, digunakan untuk memastikan bahwa sumber daya dari suatu pekerjaan baik pekerja maupun material dijadwalkan hanya ketika sumber daya tersebut benar-benar tersedia untuk ditugaskan dalam suatu pekerjaan. Secara *default*, waktu kerjanya sesuai dengan waktu kerja dalam *Project Calendar*.
- d. **Task Calendar**, digunakan untuk membuat jadwal pekerjaan selama waktu libur, seperti yang ditetapkan pada *project Calendar* dan *Resource Calendar*.

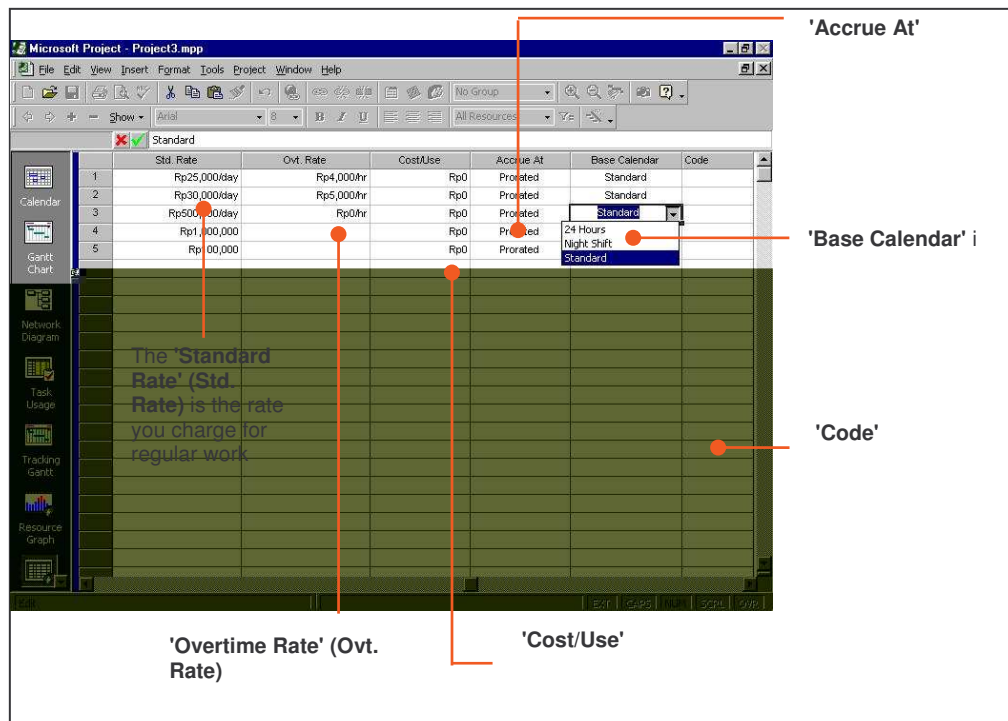
**g. Mengelola Sumber Daya Proyek**

Dalam MS Project ada 3 jenis sumber daya, yaitu manusia (**Work**), material (**Material**) dan biaya (**Cost**). Pengelolaan sumber daya dilakukan dalam suatu lembar kerja *Resource Sheet*.

Kolom-kolom pada tabel **Resource Sheet** (gambar 2.17) beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

- **Kolom i**, berisi informasi seputar penggunaan jenis *resource*. Kolom ini tidak diisi secara manual, karena kolom ini akan terisi secara otomatis setelah *resource* tersebut digunakan atau ditugaskan dalam tabel *Gantt Chart*.
- **Resource Name**, diisi dengan nama-nama *resource* yang nantinya akan digunakan sebagai sumber daya manusia dan material.
- **Type**, digunakan untuk memasukkan tipe *resource*, dengan 3 (tiga) pilihan yaitu: manusia (*Work*), material (*Material*), dan biaya (*Cost*).
- **Material Label**, diisi dengan satuan *resource* yang bertipe material.
- **Initial**, merupakan singkatan dari nama-nama *resource* pada kolom *resource name*.
- **Group**, digunakan untuk mengisikan nama kelompok sumber daya tersebut.
- **Max.Units**, digunakan untuk menentukan jumlah *resource* yang digunakan selama proyek tersebut berlangsung.
- **Std. Rate**, diisi dengan harga satuan untuk masing-masing *resource* yang berlaku untuk semua jenis *resource*. Untuk tipe *Work*, harga satuannya adalah harga per jam. Untuk tipe *Material* adalah harga per satuan (*material label*).
- **Ovt. Rate**, diisi dengan tarif lembur dari *resource name* tersebut. Kolom ini diisi hanya untuk tipe *Work*.
- **Cost/ Use**, kolom ini diisi khusus untuk *resource* yang melakukan pekerjaan secara borongan.
- **Accrue. At**, berisi jenis pembayaran dari *resource* tersebut. Jenis pembayaran dibedakan atas 3 macam, yaitu:
  - **Start**: jenis pembayaran yang diberikan saat pekerjaan akan dimulai.
  - **End**: jenis pembayaran yang diberikan setelah pekerjaan selesai.
  - **Prorate**: jenis pembayaran yang diberikan berdasarkan prosentase pekerjaan yang telah diselesaikan.
- **Base Calendar**, berisi jenis calendar yang digunakan oleh sumber daya tersebut. Bagian ini menggunakan 3 pilihan, yaitu *24-hours*, *night shift* dan *standard*.
- **Code**, diisikan dengan kode masing-masing *resource*, bebas sesuai keinginan pemakai.





Gambar 2.17 Tampilan tabel *Resource Sheet*

Sumber: program MS Project 2007

**h. Menentukan Target Proyek**

Suatu proyek pasti memiliki target tertentu yang merupakan tujuan utama dari proyek tersebut. Target dapat berupa target biaya maupun target hasil kerja. Dalam penetapan target harus diperhitungkan juga penggunaan sumber daya dalam proyek tersebut.

Berikut ini adalah beberapa operasional yang digunakan untuk menentukan target proyek. (gambar 2.18 dan gambar 2.19)

- **Bekerja dengan *Baseline***

Setelah menentukan *schedule*, semua *resource* juga telah dibagi pada masing-masing *task*, besarnya biaya juga sudah diketahui, maka *file* proyek yang dibuat sudah dapat digunakan untuk proses negoisasi. Jika telah dicapai kesepakatan, maka kondisi ini bisa digunakan sebagai *baseline* atau acuan yang akan digunakan untuk pelaksanaan proyek selanjutnya.

- **Menentukan Target**

Walaupun *baseline* telah ditentukan, masih bisa dilakukan perubahan-perubahan atau koreksi ulang terhadap jadwal kerja yang telah dibuat dengan cara menentukan target. Untuk perbaikan jadwal

## 1. lingkup pekerjaan dan peraturan bangunan

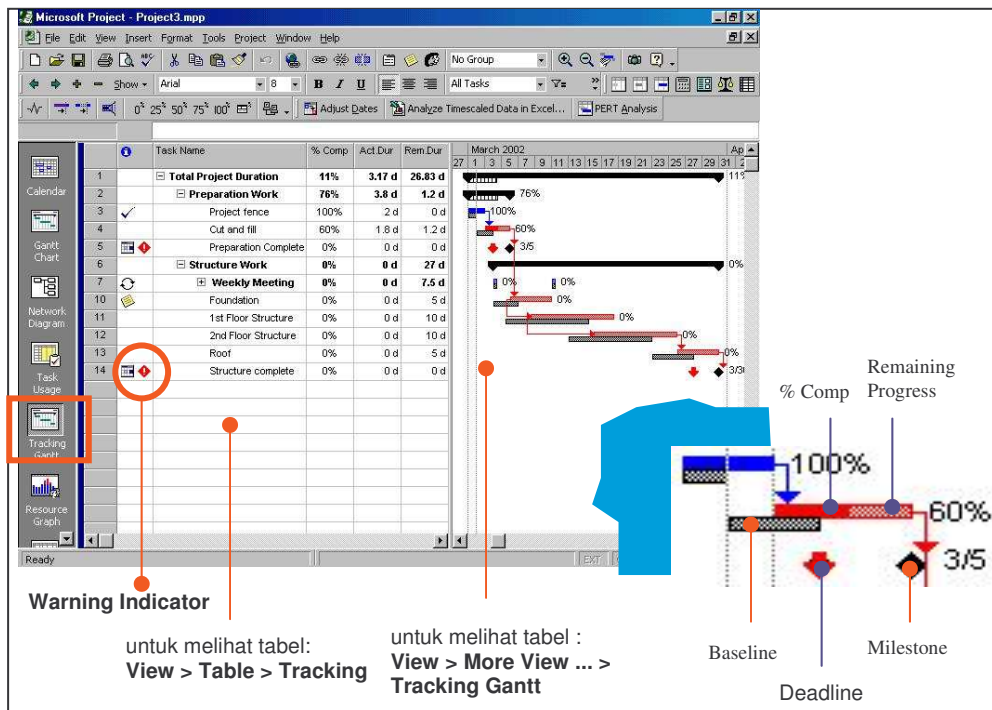
kerja, dapat dilakukan dengan mengurangi durasi, memperkecil *Fixed Cost* maupun mengubah jumlah penggunaan *resource* pada task-task tertentu. Perubahan ini akan berpengaruh pada angka *Total Cost*, tetapi tidak mengubah *baseline Cost*.

Jika setelah perubahan pada jadwal dan perubahan lain selesai dilakukan dan ternyata isi *Total Cost* lebih kecil daripada *Baseline Cost*, maka dapat dikatakan bahwa proyek dapat memenuhi target dan akan memperoleh laba, walaupun masih di atas kertas.

Sebaliknya bila target tidak terpenuhi, sangat dianjurkan bahwa kelebihan target itu tidak melebihi *baseline*. Karena bila sampai melebihi *baseline*, baik *baseline* durasi ataupun biaya, maka dapat dikatakan proyek akan mengalami kerugian.

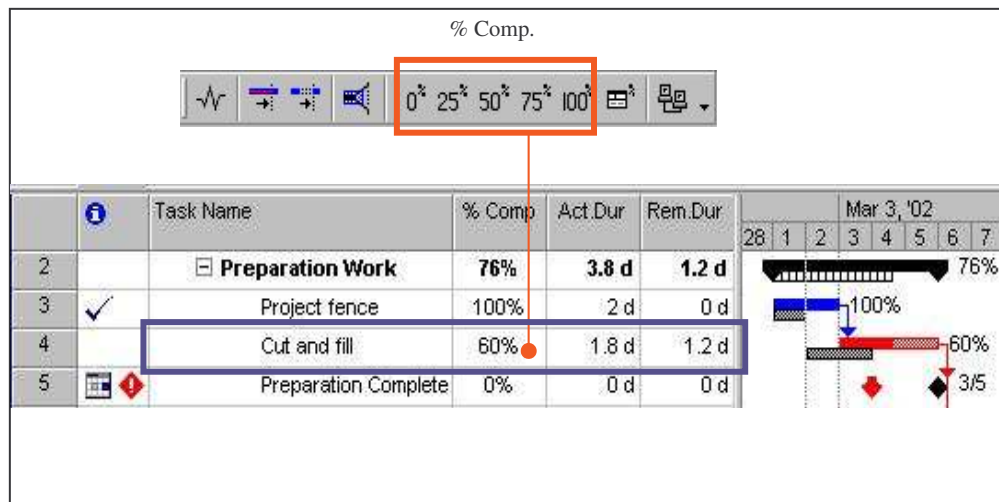
### ▪ Melakukan *Tracking*

*Tracking* meliputi langkah-langkah pembaruan *schedule* sesuai dengan perkembangan yang telah terjadi di lapangan atau proyek serta perbandingan antara *schedule* dengan kenyataan yang terjadi atau tercapai di lapangan pada beberapa bagian proyek.



Gambar 2.18 Tampilan hasil MS Project

Sumber: program MS Project 2007

Gambar 2.19 Tampilan tabel *Tracking*

Sumber: program MS Project 2007

## 2.4. Aplikasi program STAAD/Pro dalam Teknik Bangunan

**STAAD/Pro** merupakan perangkat lunak (*software*) yang diperuntukkan untuk semua aspek yang berhubungan dengan suatu bentuk-bentuk struktur keteknikan, model-model pengembangan, analisa, desain serta visualisasi hasil. Perangkat lunak STAAD/Pro ini adalah merupakan pengembangan dari *Research Engineers Inc. (REI)*, California USA dalam membantu para ahli teknik untuk menganalisa model-model struktur yang berkaitan dengan perhitungan statiknya baik dalam statis tertentu maupun statis tak tentu. Selain itu terdapat fasilitas desain struktur untuk desain struktur beton, baja, maupun struktur kayu, dengan berbagai standar perencanaan dari berbagai negara yang representatif

### 2.4.1. Wawasan Struktur sebagai dasar Penggunaan STAAD/Pro

#### a) Model Struktur

Model adalah suatu piranti yang digunakan untuk menampilkan suatu bentuk sederhana yang nyata. Contoh peta jalan adalah suatu model yang menampilkan suatu deretan yang rumit dari jala. Dalam bentuk simbol-simbol sehingga memungkinkan untuk menguji berbagai jalur di atas peta daripada melakukan uji coba dengan mengendarai mobil. Dalam model struktur, dapat diuji tegangan/regangan akibat suatu pembebanan sehingga kita dapat merencanakan atau mendimensi struktur bangunan tersebut secara tepat.

Secara umum terdapat 2 jenis model yaitu model fisik/skala dan model matematis. Model fisik memberikan informasi melalui pengukuran dari model yang diskala, sedangkan model matematis memberikan informasi

melalui komputasi. Pemilihan penggunaan salah satu model ini pada umumnya adalah:

- a. Model matematika dapat mencakup ruang lingkup yang luas tetapi memberikan detail yang kecil fenomena fisik.
- b. Model skala dapat mencakup ruang lingkup yang relatif kecil sehingga dapat memberikan informasi yang lebih detail.

Keuntungan dan kerugian pemilihan dari kedua model di atas tergantung pada bidang aplikasi masing-masing, bahkan kadang kal dikombinasikan.

**a) Elemen Hingga (*Finite Element*)**

Elemen hingga adalah suatu metode analisa numeris untuk memperoleh solusi pendekatan pada berbagai bidang engineering. Timbulnya metode numeris ini karena sulitnya menyelesaikan persamaan analitis (*exact solution*) dari suatu permasalahan. Konsep dasar elemen hingga adalah diskritisasi yaitu membagi suatu struktur menjadi beribu-ribu bahkan bisa berjuta-juta elemen atau dengan kata lain tidak tak terbatas.

**b) Penggunaan Matriks untuk Solusi Persamaan.**

Intinya adalah bagaimana kita mendapatkan matriks kekakuan dari suatu struktur. Kekakuan yang dimaksud adalah kekakuan global yang terdiri dari gabungan dari kekakuan setiap elemen penyusun dari struktur (kekakuan elemen).

**c) Pengertian Derajat Kebebasan**

DOF (*degree of freedom*) dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi bebas tidaknya suatu *joint* atau titik dengan objek kebebasan berupa perpindahan dan perputaran. Sehingga setiap *joint* dapat ditulis berdasarkan kebebasan bergerak dalam 3 dimensi yang berarti terdiri dari 6 komponen yaitu 3 komponen *displacement* dan 3 komponen rotasi.

**d) Penentuan Tumpuan Berdasarkan DOF (*Restraint*)**

▪ **Tumpuan sendi**

Berdasarkan kesepakatan maka untuk tumpuan sendi didefinisikan sebagai *joint* yang tidak bisa berpindah dalam arah x dan y, tapi berputar dalam arah z.

▪ **Tumpuan rol**

Untuk tumpuan rol didefinisikan sebagai *joint* yang tidak bisa berpindah ke arah y saja, tapi berpindah ke arah x dan berputar ke arah z.

**e) Macam-Macam Struktur jika Ditinjau dari DOF**

Dengan menganut prinsip terjadi tidaknya perpindahan dan perputaran maka jenis struktur secara umum dapat dibagi menjadi berbagai jenis antara lain:

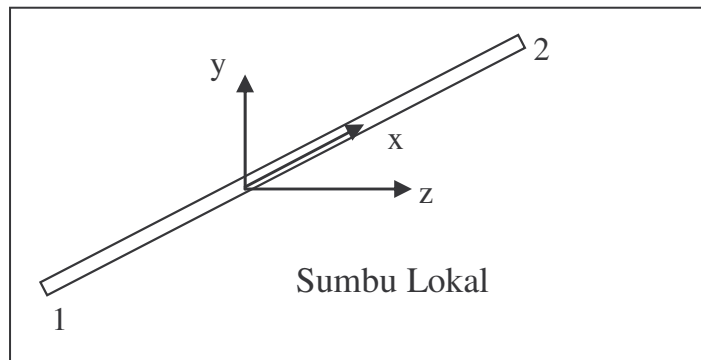
a. Balok (*beam*)

Satu *joint* hanya terdapat 2 DOF yaitu bebas berpindah ke arah y dan berputar ke arah z.

- b. Rangka Batang (*plane truss*)  
Satu *joint* hanya terdapat 2 DOF yaitu bebas berpindah ke arah x dan y.
- c. Portal Bidang (*plane frame*)  
Satu *joint* hanya terdapat 3 DOF yaitu bebas berpindah ke arah x dan y, dan berputar ke arah z.
- d. Balok Silang (*grid*)  
Satu *joint* hanya terdapat 3 DOF yaitu bebas berpindah ke arah y dan berputar ke arah x dan z. Putaran arah x menimbulkan gaya torsi, putaran ke arah z timbul momen lentur dan perpindahan ke arah y menimbulkan gaya geser.
- e. Rangka Batang Ruang (*Space Truss*)
- f. Portal Ruang (*Space frame*)
- g. Plat lentur (*plate bending*)
- h. Plat tipis (*membran*)
- i. Plat lentur + palt tipis (*Flat shell*)
- j. Cangkang tebal
- k. *Plane stress* dan *plane strain*

**f) Pengertian Sumbu Lokal dan Sumbu Global**

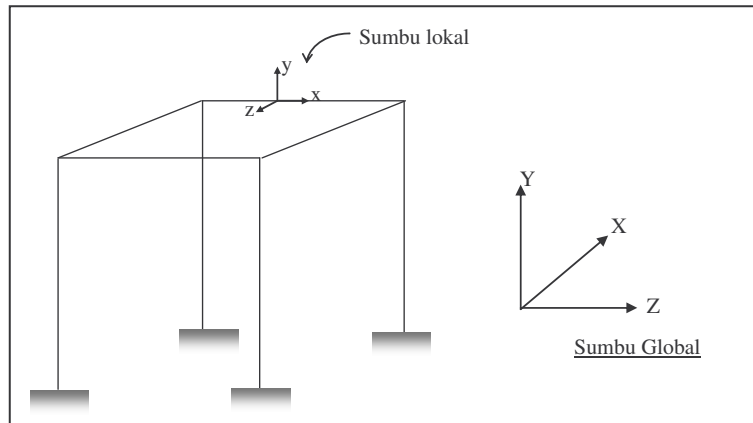
Pemahaman terhadap sumbu lokal maupun global sangat diperlukan guna menghindari kemungkinan kesalahan arah pembebanan terutama akibat beban gravitasi dan beban angin. Sumbu lokal berkaitan dengan masing-masing elemen (*member*) sedangkan sumbu global berkaitan dengan struktur secara keseluruhan. Sebagai panduan sumbu lokal dipakai aturan tangan kiri, kesepakatan: arah jari telunjuk (arah x) adalah untuk arah memanjang dari batang/member/elemen, ibu jari (arah y) adalah untuk arah melintang dari member yang akan menimbulkan gaya lintang sedangkan jari tengah adalah arah menembus bidang pandang (arah z) yang akan menimbulkan gaya momen (putaran).



**Gambar 2.20 Arah Sumbu Lokal**  
Sumber: Pengantar STAAD/Pro 2004

Satu hal lagi yang perlu diperhatikan adalah pemberian nomor elemen pada batang/member. Usahakan penomorannya menggunakan satu

pola misalkan no. elemen 1 dibatasi oleh no. *joint* 1 dan 2, kemudian no. elemen 2 dibatasi oleh no. *joint* 2 dan 3, hindari penomoran (misalnya) no. elemen 2 dibatasi oleh no. *joint* 3 dan 2. Jika pola penomoran diberikan berbeda maka dikhawatirkan akan terjadi penafsiran respon yang berbeda dan bisa membingungkan.

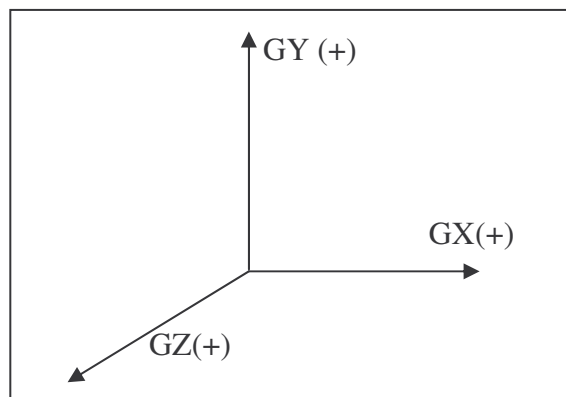


**Gambar 2.21 Perbandingan Sumbu Lokal dan Sumbu Global**  
Sumber: Pengantar STAAD/Pro 2004

#### 2.4.2. Perjanjian dasar untuk program STAAD/Pro

Sebelum menjalankan aplikasi STAAD/Pro lebih lanjut, terlebih dahulu perlu dipahami permasalahan perjanjian tanda yang merupakan hal yang paling mendasar.

- Sumbu Global selalu diawal dengan huruf G didepan sumbu.(GX,GY,GZ).
- Sumbu lokal dinotasikan dengan huruf X,Y,Z. Sumbu polar dinotasikan dengan PX,PY,PZ

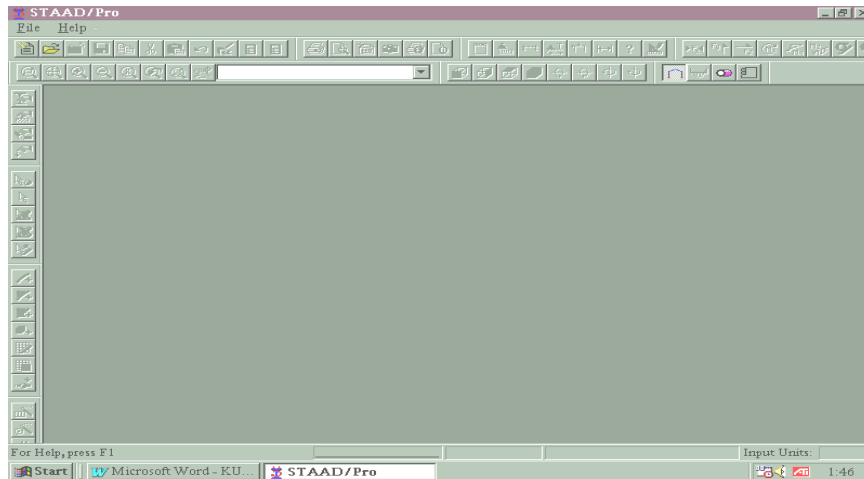


**Gambar 2.22 Arah sumbu dan perjanjian tanda**  
Sumber: Pengantar STAAD/Pro 2004

### 2.4.3. Menjalankan program STAAD/Pro

STAAD/Pro adalah program yang sangat sederhana dan akrab digunakan. Masukan data dapat dilakukan baik secara grafis maupun dengan menulis perintah-perintah dengan bahasa inggris dan tidak diperlukan pengetahuan khusus dalam mempelajari perintah-perintahnya.

Untuk memulai program STAAD/Pro maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut : Pilih ikon dengan tulisan STAAD di bawah, kemudian di klik kiri sebanyak 2 kali, maka pada layar monitor anda akan muncul tampilan seperti pada gambar 2.23.

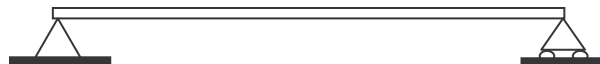


Gambar 2.23 Tampilan awal STAAD/Pro

Sumber: STAAD/Pro 2004

### 2.4.4. Deskripsi problem

Sebagai langkah awal problem adalah sebuah struktur gelagar sederhana :

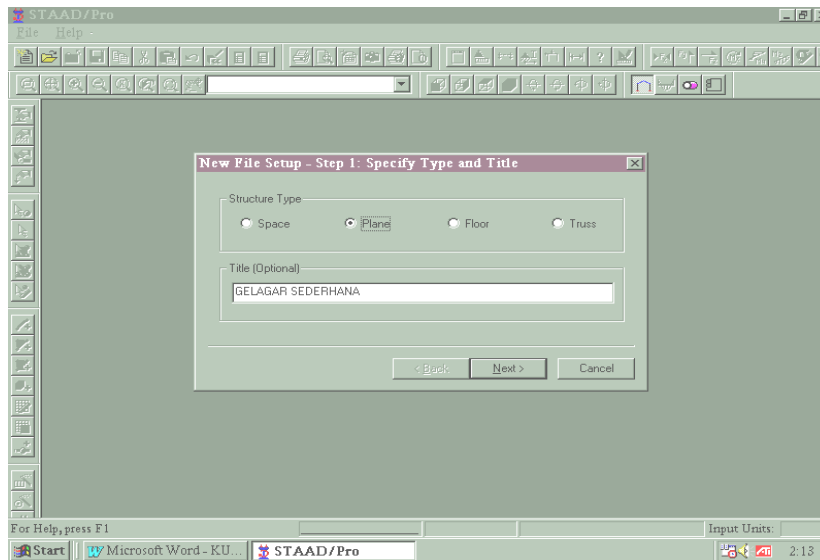


Struktur yang akan dibuat adalah sebuah gelagar sederhana beton dengan bentang 5 m, perletakan yang dipakai adalah sendi dan rol. Beban sendiri dari beban merata sepanjang gelagar sebesar 1000 kg/m, ukuran balok gelagar adalah 60/40

### 2.4.5. Membuat Suatu Struktur Baru

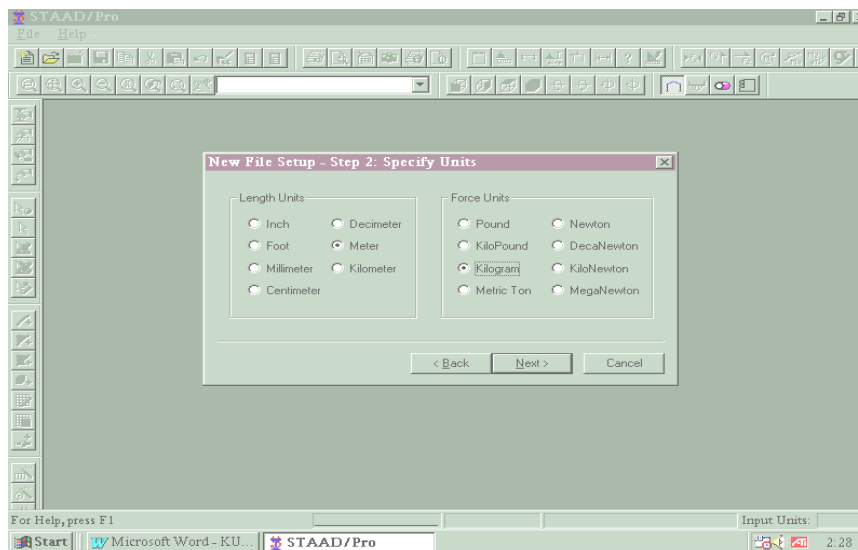
Untuk membuat struktur baru, pilih Menu **File New** maka pada layar monitor akan muncul tampilan seperti pada gambar 2.24.





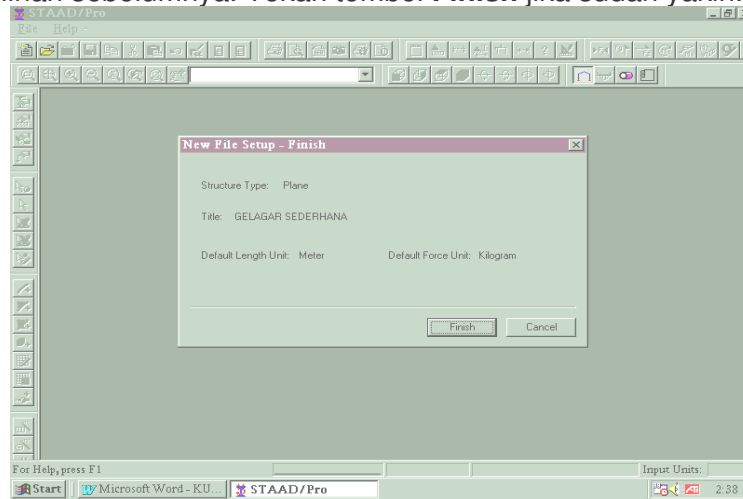
**Gambar 2.24 Kotak dialog New File**  
Sumber: STAAD/Pro 2004

Pada layar monitor terdapat dua kotak kotak dialog yang harus diisi sebagai informasi umum mengenai struktur yang akan dibuat (gambar 2.25). Karena struktur yang akan dibuat adalah struktur bidang maka pilih plane pada kotak dialog box *Structure Type*. Pada kotak dialog *Title*, isi dengan judul proyek yaitu GELAGAR SEDERHANA. Setelah dilengkapi, selanjutnya tekan tombol **Next**, maka pada layar monitor akan muncul :



**Gambar 2.25 Kotak dialog pemilihan model struktur**  
Sumber: STAAD/Pro 2004

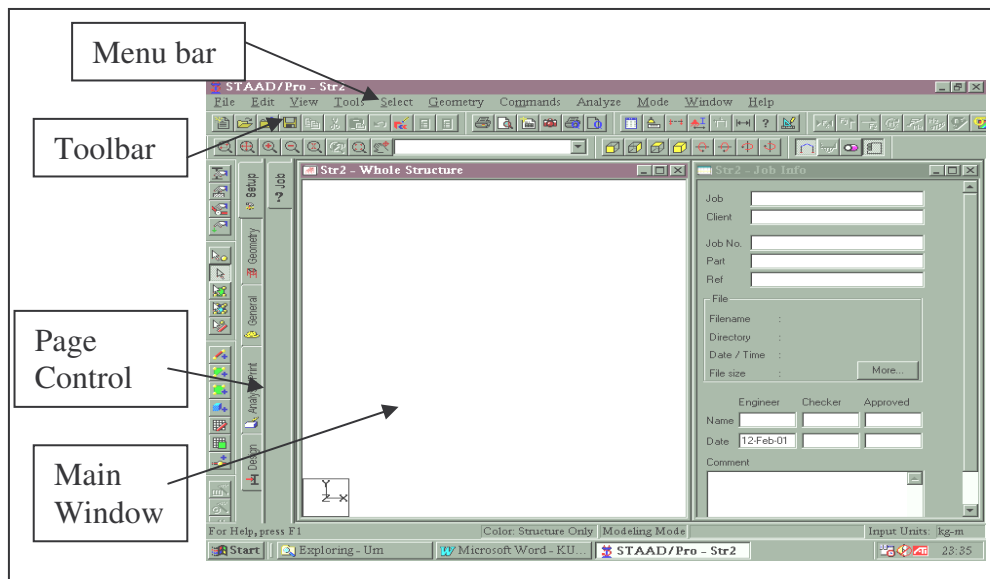
Selanjutnya kotak dialog yang muncul dilayar monitor adalah kotak dialog untuk memilih satuan yang akan digunakan dalam struktur (gambar 2.26). Pilih satuan panjang (*length Unit*) dalam Meter, dan satuan gaya (*Force Unit*) dalam Kilogram. Tekan tombol **Next** maka pada layar monitor kemudian akan muncul kotak dialog yang memberikan informasi mengenai pilihan-pilihan sebelumnya. Tekan tombol **Finish** jika sudah yakin.



**Gambar 2.26** Kotak dialog pemilihan unit satuan

Sumber: STAAD/Pro 2004

Setelah langkah-langkah tersebut, maka pada tampilan program STAAD/Pro adalah seperti pada gambar 2.27.



**Gambar 2.27** Tampilan program aplikasi STAAD/Pro

Sumber: STAAD/Pro 2004

Elemen penting dari tampilan program adalah:

- **Menu bar:** terletak pada bagian teratas layar. Menu bar memberikan akses ke seluruh fasilitas STAAD/Pro
- **Toolbar:** memberikan akses untuk perintah-perintah yang sangat sering digunakan.
- **Main Window:** daerah untuk menampilkan model dan hasil
- **Page Control:** serangkaian tanda-tanda perintah yang akan melaksanakan perintah-perintah tertentu.

#### 2.4.6. Membuat *File Input* dengan Metode Grafis (*Graphical User Interface*)

##### a) **GEOMETRY**

Fungsi: untuk membuat struktur berupa batang (*member*) dengan terlebih dahulu mendefinisikan koordinat tiap titik buhulnya (*joint*)

##### **JOINT COORDINATES**

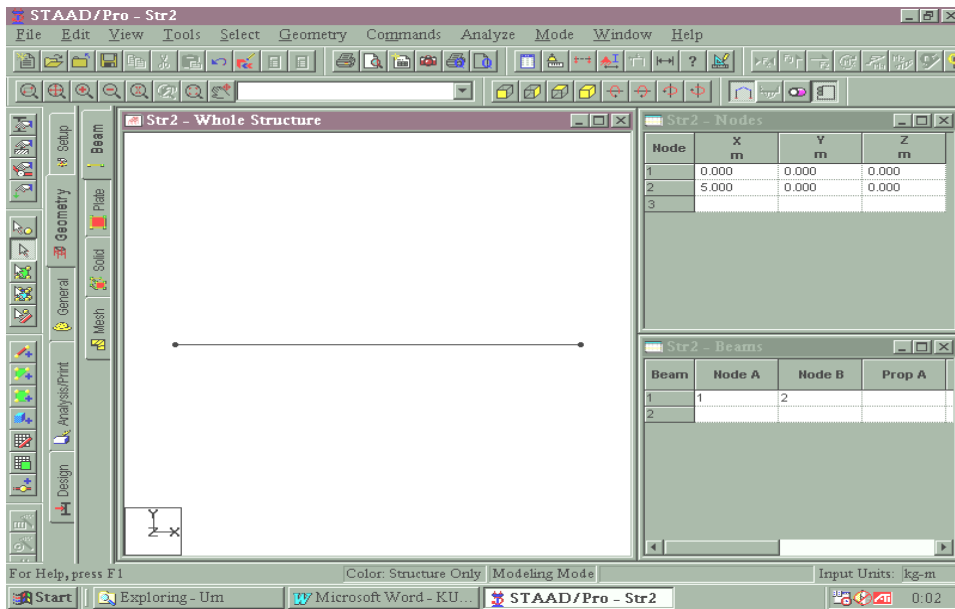
1 0. 0. 0.;2 5. 0. 0.

##### **MEMBER INCIDENCES**

1 1 2

##### **Prosedur**

1. Pilih **Geometry** pada Page Control
2. Close Snap/Node Beam
3. Ketik node ke 1 dengan (x,y,z) : 0,0,0 dan node ke 2 dengan : 5,0,0
4. Ketik Beam ke 1 untuk node A = 1 dan node B = 2



**Gambar 2.28** Penggambaran *geometry* bentuk struktur

Sumber: STAAD/Pro 2004

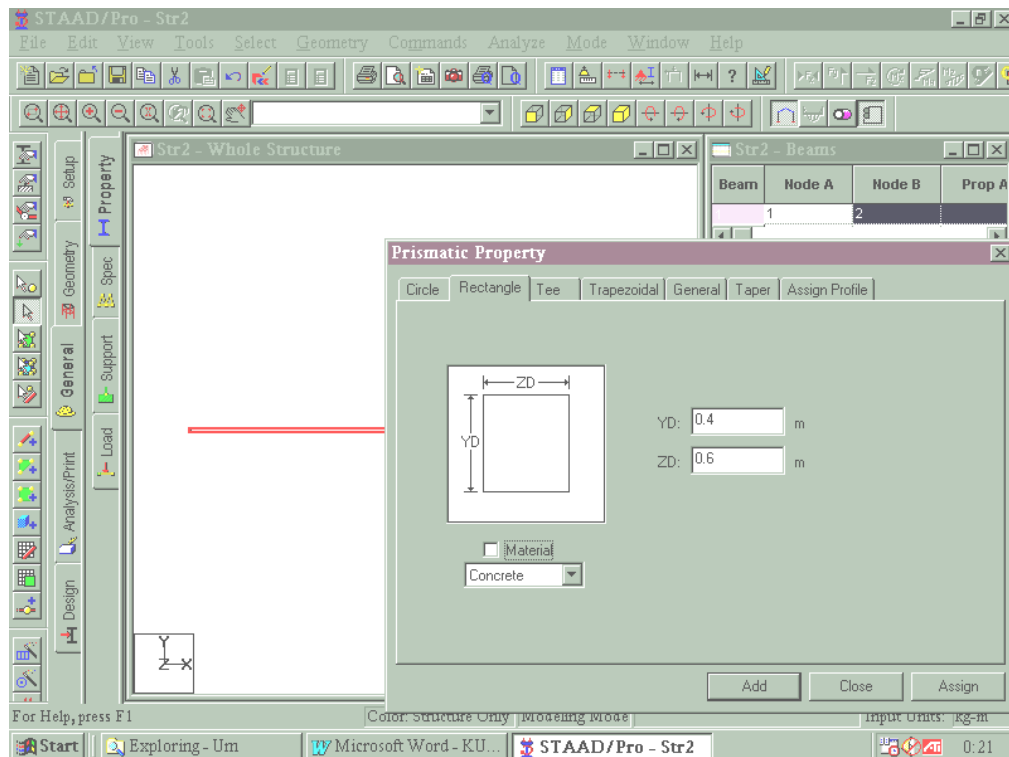
**b) PROPERTY**

Fungsi: Untuk mendefinisikan bentuk dan dimensi penampang *member*

**MEMBER PROPERTY AMERICAN  
1 PRI YD 0.6 ZD 0.4**

**Prosedur :**

1. Klik batang (member) dengan tombol mouse bagian kiri sampai muncul warna merah
2. Pilih **General** pada Page Control
3. Pilih **Property** pada Page Control
4. Pilih **Define** pada kotak dialog Property
5. Pilih **Rectangle** pada kotak dialog Prismatic Property
6. Ketik YD = 0.6 dan ZD = 0.4
7. Matikan Material dengan mengklik pada bagian check point
8. Tekan tombol **Assign**



**Gambar 2.29(a) Penentuan properti penampang struktur**

Sumber: STAAD/Pro 2004

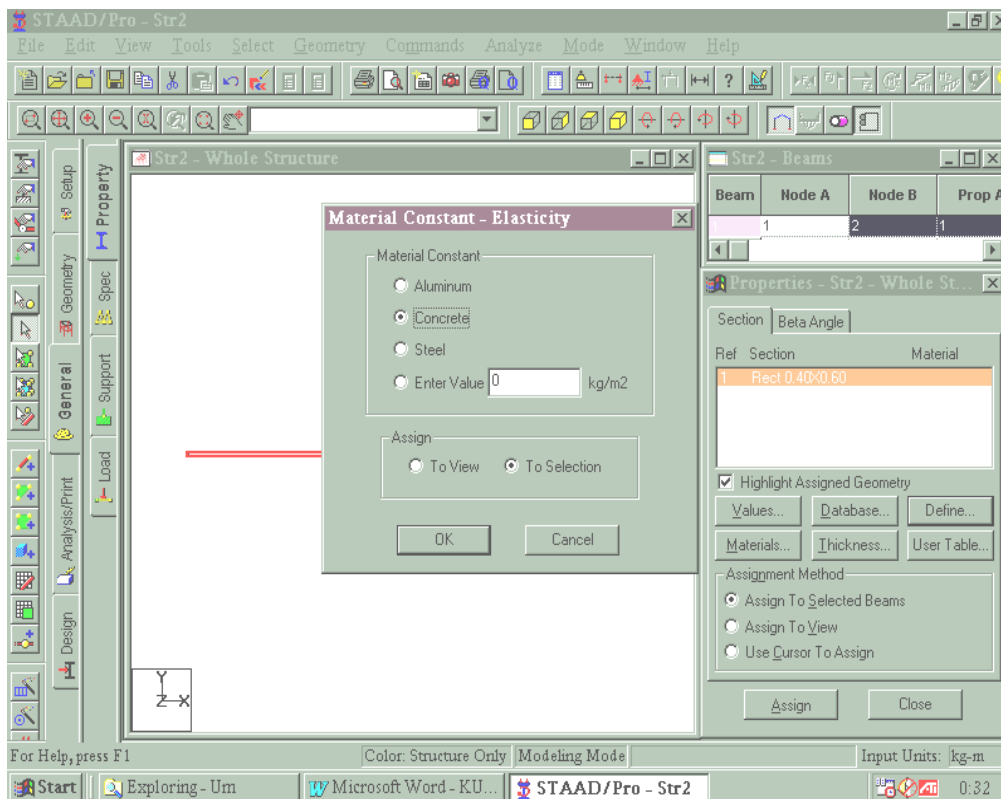
c) **CONSTANTS**

Fungsi: Untuk mendefinisikan konstanta bahan

**CONSTANT  
E CONCRETE ALL**

**Prosedur**

1. Klik batang (member) dengan tombol mouse bagian kiri sampai muncul warna merah
2. Tekan tombol **Command** dari Menu Bar
3. Pilih **Material Constants**, dan selanjutnya pilih **Elasticity**
4. Pilih **Concrete**
5. Selanjutnya tekan tombol **OK**



**Gambar 2.29(b) Penentuan konstanta bahan struktur**

Sumber: STAAD/Pro 2004

d) **SUPPORTS**

Fungsi: Untuk mendefinisikan jenis perletakan yang akan dipakai dalam struktur

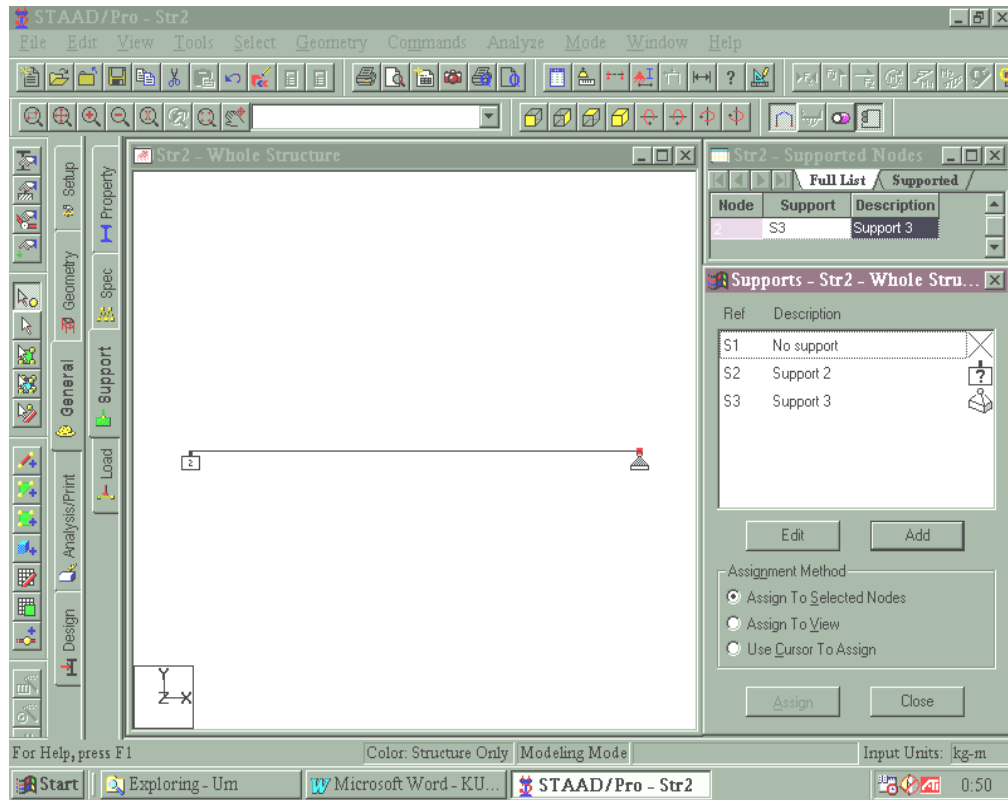
**SUPPORTS**

1 **FIXED BUT FX FZ MX MY MZ**

2 **PINNED**

**Prosedur**

1. Pilih **Support** pada Page Control
2. Klik node ke 1 dengan mouse
3. Pilih **Add** pada kotak dialog Support
4. Pilih **Fixed But**
5. Klik **Cross Check** pada kotak dialog Release di FX,FZ,MX,MY,MZ (rol)
6. Tekan tombol **Assign**
7. Untuk peletakkan sendi di node ke 2 , prosedur ke 2 di ganti dengan node ke 2 sedangkan prosedur ke 4 diganti dengan memilih **Pinned** (sendi)



**Gambar 2.30 Penentuan perletakan struktur**

Sumber: STAAD/Pro 2004

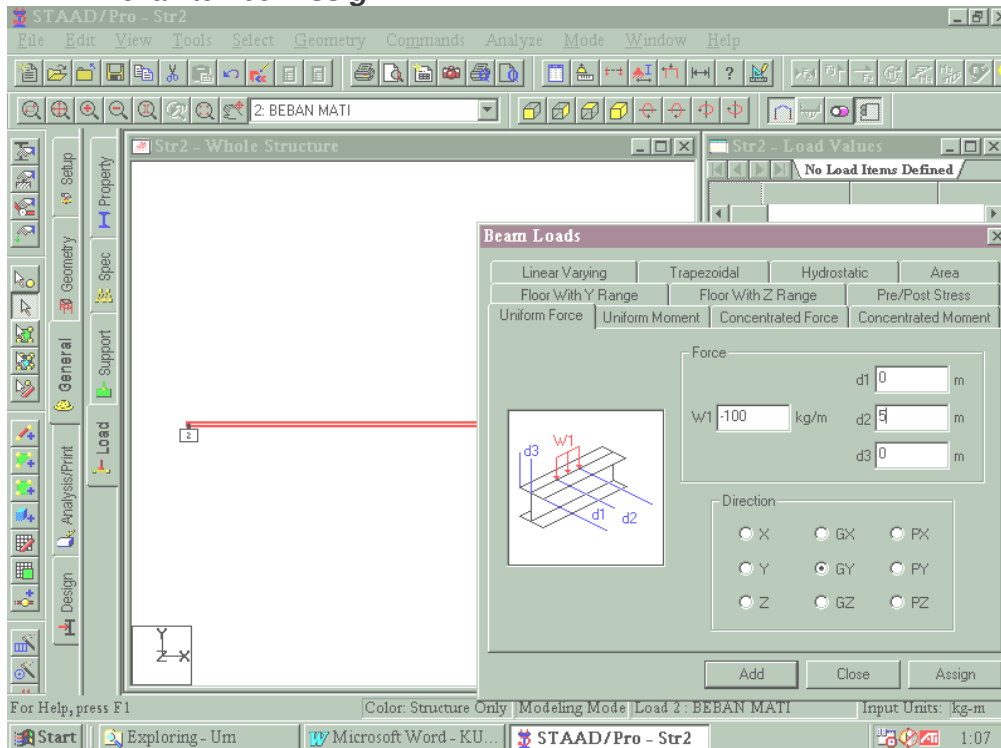
e) **LOADS**

Fungsi: Untuk mendefinisikan beban yang bekerja pada struktur

**LOADS 1 BEBAN MATI**  
**MEMBER LOAD**  
**1 UNI GY -100 0. 5. 0.**

**Prosedur**

1. Pilih **Load** pada Page Control
2. Ketik **BEBAN MATI** pada kotak dialog Title dan diakhiri dengan menekan tombol **OK**
3. Klik batang (member) dengan tombol mouse bagian kiri sampai muncul warna merah
4. Pilih **Member** pada kotak dialog Load Specification
5. Pilih **Uniform Forces** pada kotak dialog Beam Loads
6. Ketik  $W1 = -100$  dan  $d2 = 5$
7. Tekan tombol **Assign**



**Gambar 2.31** Penentuan definisi beban-beban struktur

Sumber: STAAD/Pro 2004



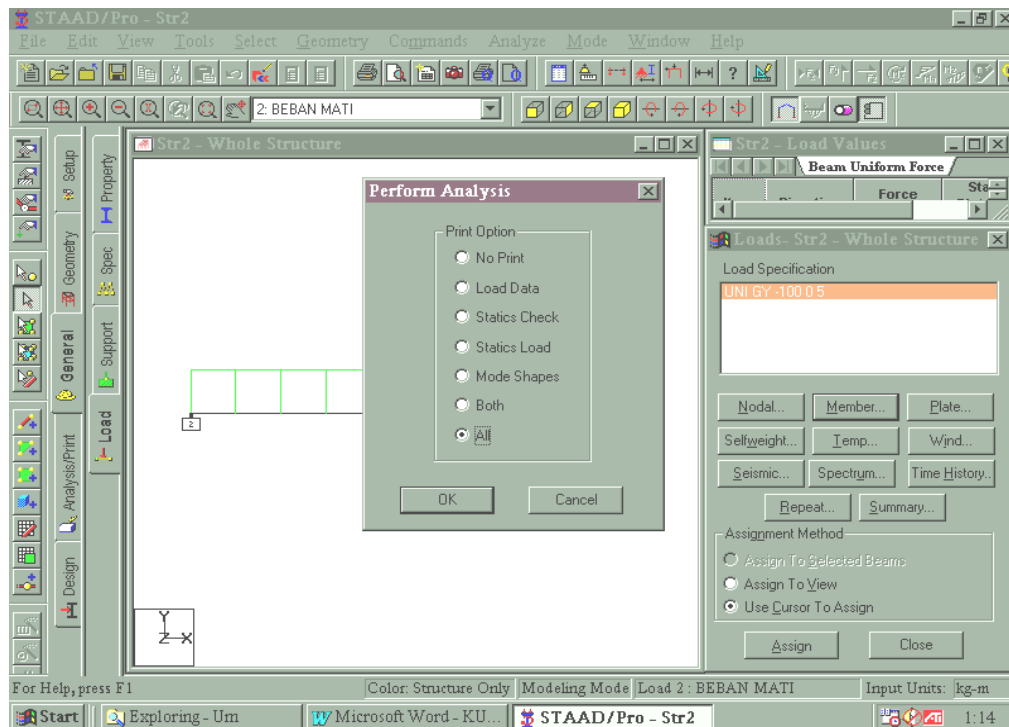
f) **ANALYSIS**

Fungsi: Menentukan jenis analisa yang akan dipakai untuk menganalisa struktur yang telah dibuat.

**PERFORM ANALYSIS PRINT ALL**

**Prosedur :**

1. Pilih Command/ Analysis/ Perform Analysis
2. Pilih All dan diakhiri dengan tombol OK



**Gambar 2.32 Penentuan model analisis struktur**

Sumber: STAAD/Pro 2004

g) **MENGESEKUSI MODEL**

Untuk mengeksekusi nalisa model dilakukan dengan memilih menu **analysis** dari Menu Bar, dan selanjutnya memilih **STAAD Analysis** dari kotak dialog Select Analysis Engine.

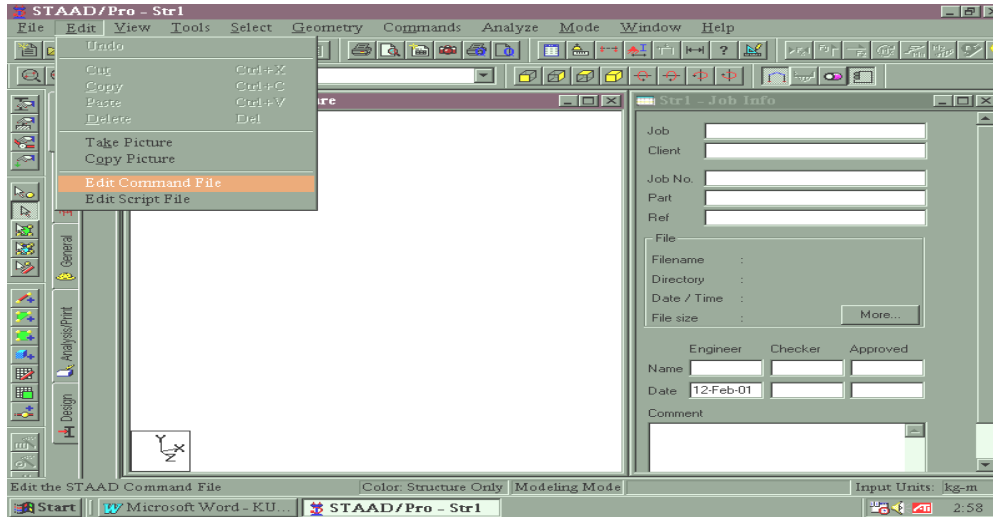
h) **MELIHAT OUTPUT**

Untuk melihat output hasil perhitungan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Untuk melihat hasil perhitungan dalam bentuk tabel, dapat dilakukan melalui **File/View/Output File/STAAD Output**
2. Untuk melihat hasil perhitungan secara grafis dapat melalui Toolbar **Post Processing**.

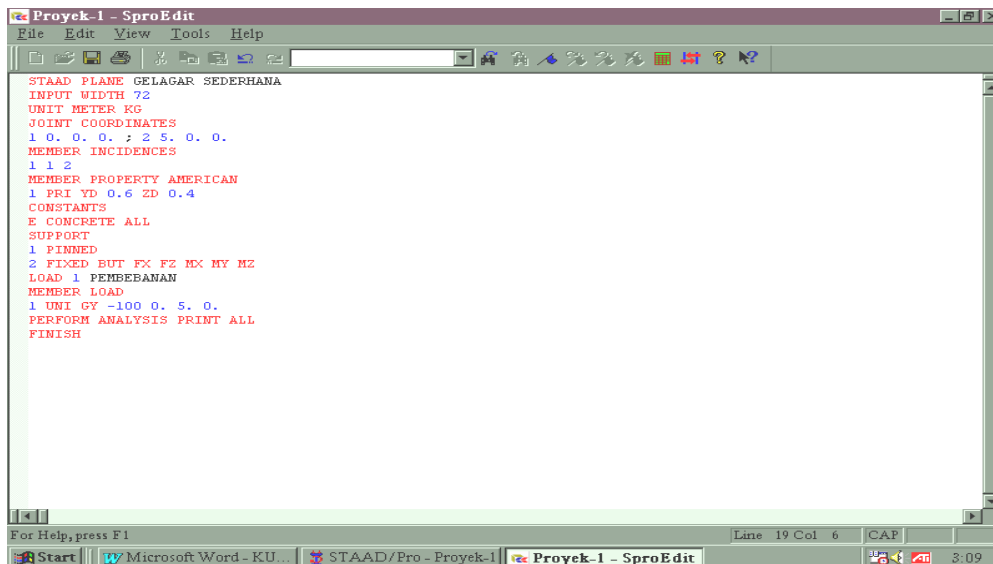
### 2.4.7. Membuat *File Input* dengan *Text Editor*

Pada tahap pertama, akan dibuat file input melalui text editor. Pilih menu **Edit** kemudian pilih option **Edit Command File**



**Gambar 2.33** Tampilan menu *Edit* pada *text editor*  
Sumber: STAAD/Pro 2004

Setelah masuk ke option *Edit Command File*, maka dilayar monitor akan muncul layar editor sebagai berikut.



**Gambar 2.34** Tampilan menu *Edit Command File*  
Sumber: STAAD/Pro 2004

Langkah pertama adalah menulis baris perintah. Antara baris perintah dan parameter input dibedakan dengan warna text secara otomatis. Apabila kita menulis baris perintah (command file) secara otomatis akan berwarna merah dan apabila menulis parameter input secara otomatis akan menjadi warna hitam.

#### 2.4.8. Contoh aplikasi STAAD *Plane* Gelagar Sederhana

Setiap inputan selalu diawali dengan STAAD. Kata *plane* adalah menunjukkan bahwa struktur yang akan dibuat merupakan sebuah struktur *plane frame*. selanjutnya untuk mengingat inputan yang sedang dibuat, dapat ditulis 'komentar' sebagai tambahan pada baris perintah.

a) **INPUT WIDTH 72**

Ini menunjukkan bahwa lebar input yang bisa diakses oleh layar editor adalah sebesar 72 karakter

b) **UNIT METER KG**

Mendefinisikan satuan panjang dan satuan massa yang akan digunakan

c) **JOINT COORDINATES**

**1 0. 0. 0. ; 2 5. 0. 0.**

Untuk mendefinisikan koordinat tiap titik (joint) dari struktur yang akan dibuat dengan menggunakan sumbu global x dan y dengan penulisan sumbu (x,y,z). Tanda semi colon (;) adalah sebagai pembatas antara koordinat yang satu dengan yang lain.

d) **MEMBER INCIDENCE**

**1 1 2**

Mendefinisikan batang (member) berdasarkan tiap dua titik (joint) yang dihubungkan.

e) **MEMBER PROPERTY AMERICAN**

**1 PRI YD 0.6 ZD 0.4**

Semua batang (member) mempunyai bentuk prisma rectangle (persegi). YD = tinggi penampang dan ZD = lebar penampang.

f) **CONSTRAINTS**

**E CONCRETE ALL**

Konstanta material dalam hal ini adalah Modulus Elastisitas (E) adalah ditunjukkan dengan perintah CONSTANT. Pada kasus ini digunakan nilai ketetapan beton (*Concrete*) untuk menandai nilai E.

- g) SUPPORT**  
**1 PINNED**  
**2 FIXED BUT FX FZ MX MY MZ**

Peletakkan sendi pada titik (*joint*) 1 dan peletakkan rol pada titik (*joint*) 2.

- h) LOAD 1 PEMBEBANAN**

Mengidentifikasi sebuah kondisi pembebanan. Kata PEMBEBANAN adalah tambahan tulisan sebagai judul pembebanan

- i) MEMBER LOAD**  
**1 UNI GY -100. 0. 5. 0.**

Mendenisikan batang (member) 1 adalah menerima beban merata sebesar 100 kg/m searah sumbu global y (GY) kearah bawah (tanda - 100) dari jarak 0 sampai 5 meter

- j) PERFORM ANALYSIS PRINT ALL**

Perintah ini membuat program diproses dengan analisa serta data-data analisa di cetak semua

- k) FINISH**

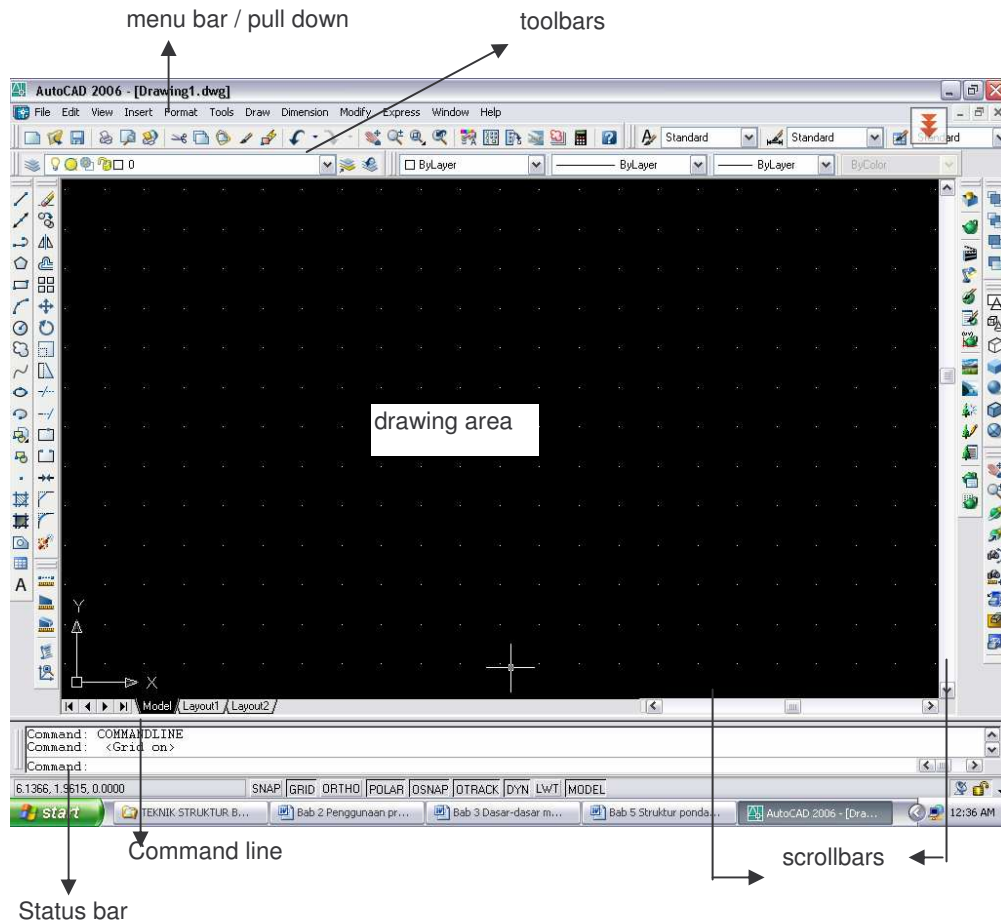
Proses STAAD akan berhenti dengan menggunakan perintah FINISH  
Save file dan kembali ke menu utama

## **2.5. Aplikasi program Autocad dalam Teknik Bangunan**

CADD merupakan sistem komputer yang memberikan kemudahan dalam proses penggambaran maupun perencanaan dan perancangan melalui otomatisasi yang dimilikinya. CADD juga menggantikan tugas-tugas yang membosankan dan memakan waktu lama, misalnya pengulangan gambar dalam jumlah besar. CADD juga menawarkan kecermatan dan ketepatan gambar yang tinggi, kemampuan memperbesar (*zooming*) yang tidak terbatas, sehingga memudahkan kita melihat bagian-bagian gambar dengan cepat dan tepat. Salah satu software CADD dikeluarkan perusahaan Autodesk bernama AutoCAD.

### **2.5.1. Menjalankan Program AutoCad**

Untuk menjalankan AutoCAD, mula-mula klik tombol 'Start' pada sudut kiri bawah tampilan Windows, kemudian arahkan kursor pada item ' All Programs' dan pilihlah Autodesk → AutoCAD. Tampilan AutoCAD yang pertama kali atau disebut AutoCAD *Screen* akan muncul seperti pada gambar 2.35 baik pada saat memulai suatu file baru maupun membuka file yang telah ada.



**Gambar 2.35. Tampilan awal Auto-CAD**

Sumber: AutoCad 2006

Keterangan :

- **Command Window / Command Line**, adalah tempat memasukkan perintah melalui *keyboard* dan melihat pesan-pesan atau penuntun tiap perintah yang diberikan oleh AutoCAD. Command Line ini dapat diubah ukuran dan letaknya sesuai dengan kemauan kita.
- **Status Bar**, selalu terletak di sebelah bawah dari menu AutoCAD, menunjukkan informasi koordinat dan setting yang bekerja pada saat kita menggambar seperti *grid*, *snap*, dan *model/paperspace*
- **Drawing Area**, merupakan area tempat kita menggambar atau mengedit gambar
- **Scrollbars**, untuk menggeser tampilan, baik secara vertikal maupun horisontal
- **Menu Bar**, berisi *pull-down menus*, yang dapat diaktifkan dengan menggerakkan kursor menuju menu bar dan menentukan pilihan dengan menekan tombol kiri mouse. Ketika anda memilih salah satu

menu, menu tersebut akan memperlihatkan berbagai pilihan dimana anda dapat memilih satu dari berbagai pilihan tersebut.

- *Floating Toolbar*, merupakan menu atau perintah yang berbentuk gambar. Ketika kursor terletak di atas gambar, akan tampil keterangan perintah dari gambar tersebut. Jika pada gambar tersebut terdapat tanda segitiga di sebelah kanan bawah (*flyout indicator*), hal itu menandakan gambar tersebut mempunyai gambar atau perintah berikutnya (*sub-command*).
- *Cursor Menu*, merupakan menu yang tampil jika kita menggabungkan tombol keyboard dengan tombol mouse, misalnya Shift + tombol kanan mouse untuk menampilkan *Object Snap Mode* dan *Filters Menu*
- *Dialogue Boxes*, merupakan tampilan pendukung perintah yang kita masukkan melalui keyboard atau melalui menu pick
- *Crosshairs Cursor*, merupakan alat gambar dan alat pemilih objek
- *UCS Icon*, merupakan tanda letak bidang gambar

**a) Memulai gambar baru dan membuka gambar yang sudah ada.**

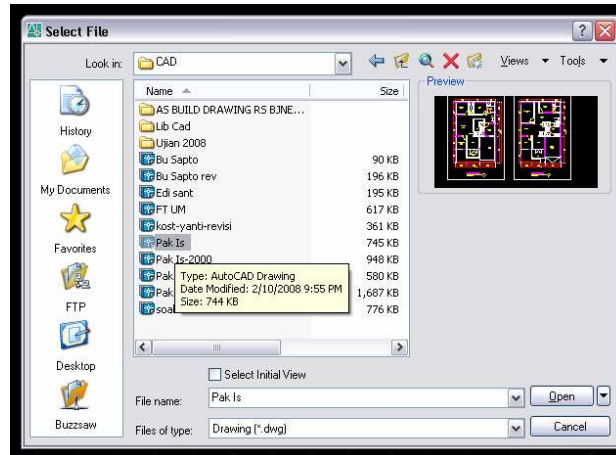
Dengan menggunakan perintah 'File-New' pada menu bar, kita dapat memluai gambar baru dengan beberapa alternatif :

- Menggunakan setting yang sudah ada (*use a wizard*)
- Menggunakan setting pada basic unit dan area (*limits*) – (*Quick Setup*)
- Menggunakan *setting* lengkap (*advanced setup*) pada basic unit, sudut, arah, block dan border pada paperspace dan modelspace, pola dasar (*template*), serta satuan standar ukuran pada sistem metrik atau Inggris (*english/metric*)



**Gambar 2.36 Kotak dialog pilihan *template***  
Sumber: AutoCad 2006

Dengan menggunakan perintah 'File-Open' pada menu bar, kita dapat memanggil gambar yang sudah ada dengan melihat kotak dialog seperti pada gambar 2.37.

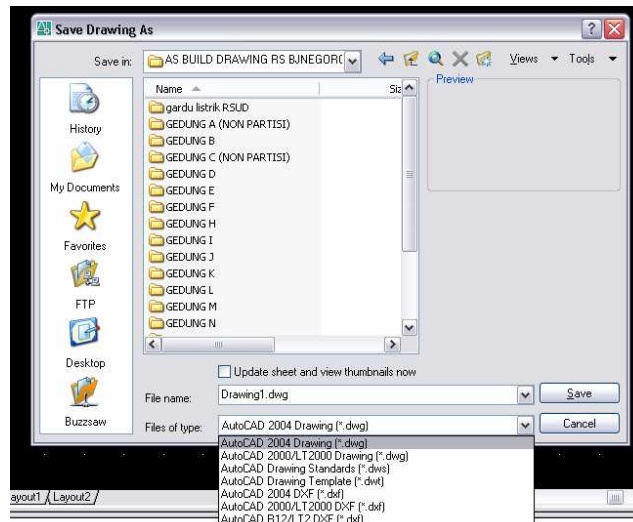


**Gambar 2.37** Kotak dialog untuk pilihan file yang akan dibuka  
Sumber: AutoCad 2006

Jika dalam layar *preview* terdapat tampilan gambar yang di butuhkan, klik tombol 'OK' untuk menyetujuinya.

## b) Menyimpan Gambar

Perintah 'File-Save' atau 'qsave' pada command line, membutuhkan nama file dan menyimpan dengan nama tersebut. Jika sudah memiliki nama file pada saat memulai file baru, perintah ini akan menyimpan file yang dibuat secara otomatis, seperti terlihat pada gambar 1.4.



**Gambar 2.38** Kotak dialog untuk menyimpan gambar  
Sumber: AutoCad 2006



### c) Keluar dari Auto-CAD

Klik 'File-Exit' atau ketikkan 'quit' pada command line atau klik pada tanda silang di sudut kanan atas layar

Command : quit (enter)

Pada layar akan tampil menu yang memberi pilihan pada kita untuk menyimpan, mengabaikan, atau membatalkan perintah.

Keterangan :

- save changes : menyimpan gambar
- discard changes : mengabaikan penyimpanan
- cancel command : membatalkan perintah untuk keluar

## 2.5.2. Perintah Menggambar (draw)

Beberapa perintah yang banyak digunakan untuk gambar konstruksi bangunan, antara lain:

### a) Menggambar Garis (*Line*)

Garis merupakan objek paling dasar dalam AutoCAD. Kita dapat membuat bermacam-macam garis seperti : *single line*, *multiple line*, *segments*, *multiple parallel lines*, dan *freehand sketch lines*. Secara umum kita dapat menggambar garis dengan spesifikasi koordinat dalam besaran panjang dan arahnya.

command : LINE (enter)

From point : tentukan titik awal garis (klik)

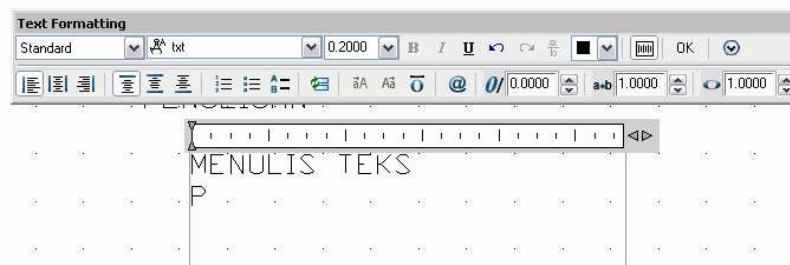
To point : tentukan titik berikutnya (klik)

To point : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter

Untuk menghubungkan titik akhir dari proses pembuatan line dengan titik awal proses tersebut, kita cukup mengetikkan 'C' pada prompt 'To point :' tersebut.

### b) Membuat Text (Teks)

Teks dapat dibuat atau ditambahkan dalam gambar melalui perintah 'Text', 'Dtext', dan 'Mtext'. Teks dapat dibuat dengan berbagai macam tipe dan ukuran huruf, seperti dalam gambar 2.39.



Gambar 2.39 Toolbar format teks dan area penulisan teks

Sumber: AutoCad 2006

command : TEXT (enter)

Start point or Align/Center/Fit/Middle/Right/Style : tentukan titik awal penulisan atau sifat rata text (tengah, kiri, kanan, atau kiri-kanan) (enter)

Rotation angle <0> : tentukan sudut kemiringan text (enter)

Text : ketikkan text yang dimaksud (enter)

Perintah Mtext digunakan untuk membuat paragraf teks seperti pada *Word Processor* pada umumnya, dimana dapat dilakukan format teks, menentukan jenis huruf, copy, cut, dan paste. Pada gambar AutoCAD, Mtext ditampilkan dalam kotak persegi empat dimana kotak tersebut tidak akan tampil ketika dicetak/diplot.

### c) Menggambar Circle (Lingkaran)

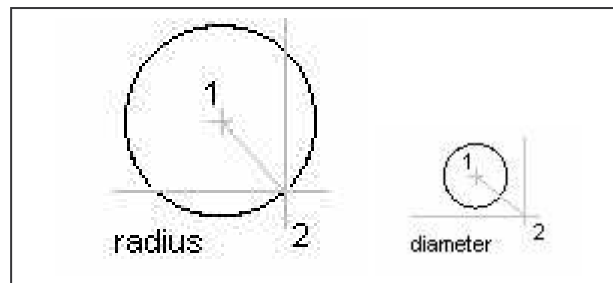
Terdapat lima cara pembuatan lingkaran :

- center, radius
- center, diameter
- 3P (3 point)
- 2P (2 point, dimana kedua titik merupakan diameter lingkaran)
- TTR atau Tangent Tangent Radius, dimana Tangent adalah titik singgung

command : CIRCLE (enter)

3p/2p/TTR/<Center point> : tentukan titik pusat lingkaran (klik)

Diameter/<Radius> : tentukan jari-jari lingkaran (enter)



Gambar 2.40. Teknik menggambar lingkaran

Sumber: AutoCad 2006

### d) Menggambar Ellipse

Elips yang kita buat dapat berbentuk utuh (*full ellipse*) dan busur elips. Elips terbuat dari tiga acuan, yaitu :

- *mid point of first axis* atau titik pusat elips
- *end point of first axis* atau jarak antara dua ujung sumbu elips pertama
- *distance* atau setengah jarak antara dua ujung sumbu elips kedua

atau dengan :

- *major axis* atau sumbu utama elips

## 1. lingkup pekerjaan dan peraturan bangunan

- *minor axis* atau sumbu kedua elips
- *distance* atau setengah jarak sumbu utama elips

command : ELLIPSE (enter)

<Axis and point 1>/Center : pilih C (enter)

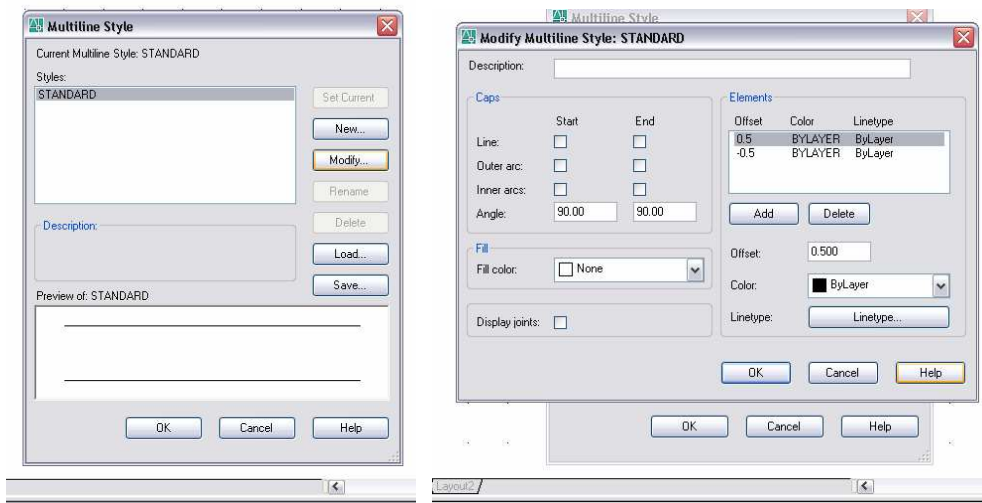
Center of ellipse : tentukan titik pusat elips (klik)

Axis end point : tentukan panjang sumbu pertama (enter)

<other axis distance>/Rotation : tentukan panjang  $\frac{1}{2}$  sumbu kedua (enter)

### e) Menggambar Multiline

Multiple Line (Multiline) digunakan untuk membuat garis paralel dengan maksimal 16 garis sejajar. Jarak masing-masing garis dapat ditentukan. Masing-masing garis dapat mempunyai *properties* yang berlainan, misalnya : jenis garis, warna, dan sebagainya. Untuk menentukan sifat dan karakter garis tersebut dapat digunakan menu 'Format-Multiline Style...' seperti pada gambar 2.41.



**Gambar 2.41. Kotak dialog menentukan jenis multiline**

Sumber: AutoCad 2006

command : MULTILINE (enter)

Justification/Scale/Style/<from point> : tentukan titik awal garis (klik)

To point : tentukan titik berikutnya (klik)

Close/Undo/<to point> : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter

### f) Menggambar Polyline

Sebuah polyline merupakan sebuah hubungan yang berurutan dari garis atau busur menjadi sebuah objek (*single object*). Prosedur dalam pembuatan polyline hampir sama dengan pembuatan line.

command : POLYLINE (enter)  
From point : tentukan titik awal (klik)  
Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line> : tentukan titik berikutnya (klik)  
Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line> : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter  
Untuk mengubah polyline menjadi garis-garis tunggal atau *individual line*, kita dapat menggunakan perintah 'Explode'.

#### g) Menggambar Polygon (Segi Banyak)

Polygon merupakan polyline tertutup, mempunyai sisi yang berjumlah antara 3 sampai 1024. Pilihan bentuk polygon adalah sebagai berikut :

- circumscribed : diameter lingkaran dalam
- inscribed : diameter lingkaran luar
- edge : panjang sisi segi banyak

command : POLYGON (enter)  
Polygon number of sides <4> : tentukan jumlah sisi segi banyak (enter)  
Edge/<Center of polygon> : tentukan titik pusat polygon (klik)  
Inscribed in circle/Circumscribed about circle (I/C) < I > : tekan enter  
Radius of circle : tentukan jari-jari (enter)

#### h) Menggambar Rectangle (segi empat)

- Rectangle merupakan polyline tertutup yang berbentuk segiempat.

command : RECTANGLE (enter)  
Specify first corner point : tentukan titik sudut diagonal awal (klik)  
Specify other corner point : tentukan titik sudut diagonal berikutnya (klik)

#### i) Menggambar Busur (Arc)

Kita dapat membuat busur dalam beberapa cara. Metoda utama adalah dengan 3 titik, yaitu : starting point, second point, dan end point. Kita dapat juga membuat spesifikasi dengan menggunakan sudut (*angle*), radius, arah (*direction*), dan *length of chord*.

command : ARC (enter)  
Arc center/<Start point> : tentukan titik awal busur (klik)  
Center/End/<Second point> : tentukan titik kedua (klik)  
Endpoint : tentukan titik akhir busur (klik)

#### j) Membuat Titik (Point)

Dalam membuat titik, yang harus diperhatikan adalah menentukan jenis titik. Pemilihan jenis titik (*point style*) melalui option menu, display, kemudian pilih point style. Setelah menentukan jenis titik, kita tentukan besar dari tanda titik. Perintah ini terhadap pada menu 'Format-Point Style' .

Ada dua macam cara untuk menentukan besar dari tanda titik, yaitu :

- persentase ukuran dibanding layar, dan
- persentase ukuran dibanding unit

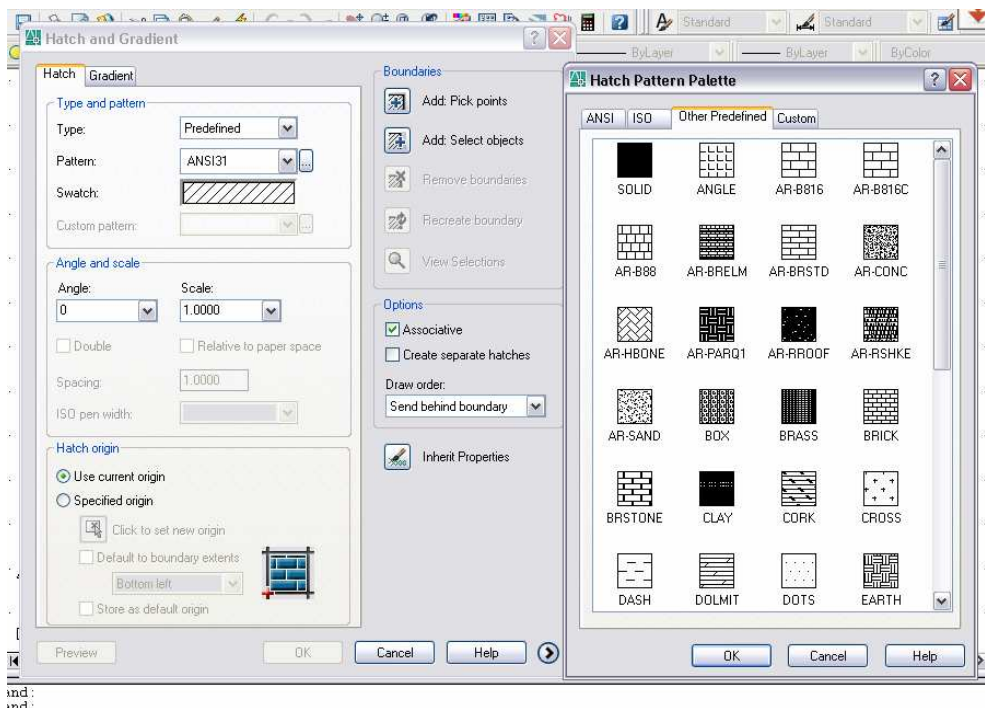
### k) Membuat Hatch (arsiran)

Perintah Hatch dapat ditampilkan dengan memilih 'Hatch Tool' pada menu Draw (Draw Toolbar).

Untuk memilih pola arsiran, kita dapat menekan gambar pola yang terdapat pada hatch dialogue box (gambar 2.42) atau menekan 'Pattern' pada dialogue box tersebut, maka akan keluar tabel berisi beragam tampilan pola hatch.

Untuk meletakkan hatch pada gambar, terdapat beberapa cara :

- *pick points*, batas hatch secara otomatis akan ditampilkan mengelilingi titik hatch yang kita maksud
- *select objects*, batas hatch kita tentukan sendiri dengan memilih batas secara tertutup atau langsung memilih objek tunggal dengan batas-batas yang jelas.

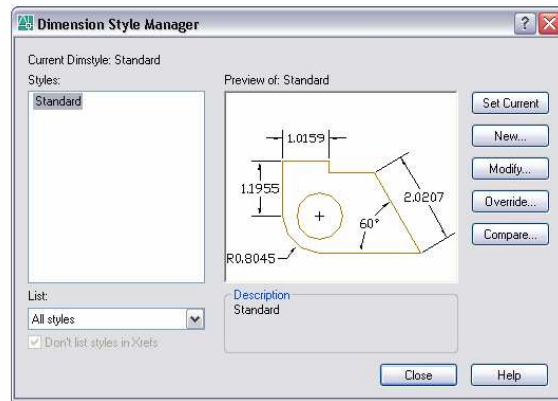


Gambar 2.42 Kotak dialog penentuan jenis arsiran  
Sumber: AutoCad 2006

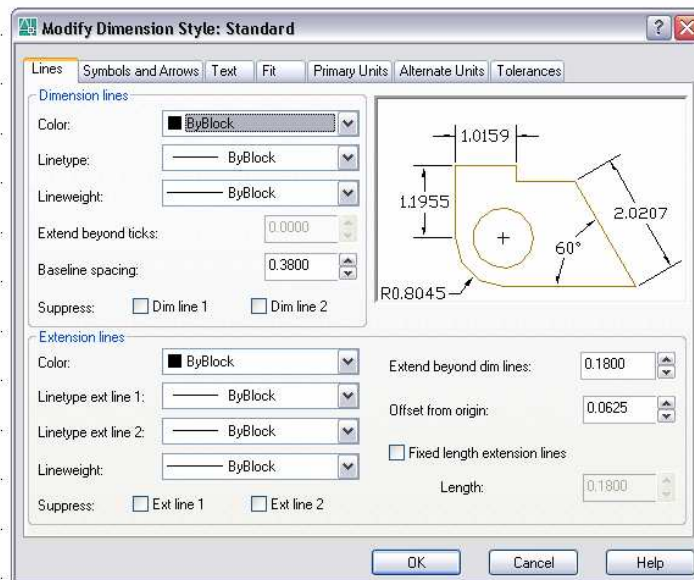
### 2.5.3. Perintah format

#### a) Membuat Dimensi

Dimensi menunjukkan ukuran geometris dari objek, jarak atau sudut antara 2 objek atau koordinat X dan Y. AutoCAD mempunyai tiga dasar dimensi, yaitu linier, radial, dan angular. Dimensi linier meliputi : horizontal, vertical, aligned, rotated, ordinate, baseline, dan continue dimension.



**Gambar 2.43** Kotak dialog penentuan dimensi objek  
Sumber: AutoCad 2006



**Gambar 2.44** Kotak dialog pemilihan jenis tampilan dimensi  
Sumber: AutoCad 2006

## b) Mengatur Layer

Layer merupakan salah satu bentuk manajemen gambar yang sangat penting dan dapat dipergunakan pada semua tipe gambar. Pada keadaan standar (*default*), kita sudah memakai layer, yaitu layer 0 yang tidak dapat dihapus. Layer dapat didefinisikan sebagai tumpukan kertas transparan yang masing-masing lembarnya berisi informasi-informasi secara khusus.

Untuk mengontrol keadaan layer dengan mempergunakan *Layer Control Dialogue Box* seperti pada gambar 2.45 atau dengan *Layer Drop Down Menu*.

command : LAYER (enter)

?/Make/Set/New/On/Off/Color/Ltype/Freeze/Thaw : tentukan perintah editing terhadap layer yang sudah ada dengan memilih M, S, N, On, Off, L, F, atau T (enter)

M untuk membuat layer baru sebagai current layer (layer yang aktif)

S untuk menentukan atribut layer

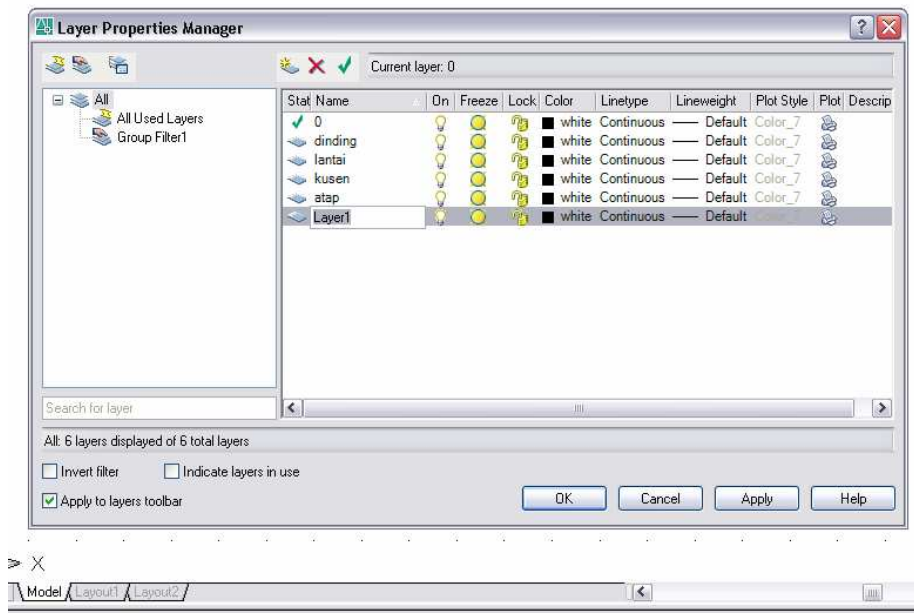
N untuk membuat layer baru

On/Off untuk menghidupkan atau mematikan layer tertentu (bukan current layer)

L untuk menentukan jenis tipe garis layer

F untuk menon-aktifkan layer (selain current layer)

T untuk mengaktifkan layer (selain current layer)



Gambar 2.45 Kotak dialog penentuan atribut objek dengan layer

Sumber: AutoCad 2006



## 2.5.4. Perintah editing (*modify*)

### a) Erase

Perintah untuk menghapus obyek

command : ERASE (enter)

Select object : tentukan objek yang akan dihapus (klik)

Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter

Objek yang akan diedit dapat dipilih dengan beberapa macam cara :

- dipilih langsung dengan cara meng-klik objek yang dimaksud
- cross (c), benda yang masuk maupun dilewati kotak cross akan terpilih
- window (w), hanya benda yang masuk kotak/window yang akan terpilih
- fence (f), benda yang dilewati garis fence akan terpilih

### b) Menggandakan Objek (Copy)

Dengan perintah 'Copy' dari menu 'Modify', kita dapat memindahkan objek, baik dengan jarak, maupun dengan bantuan objek snap.

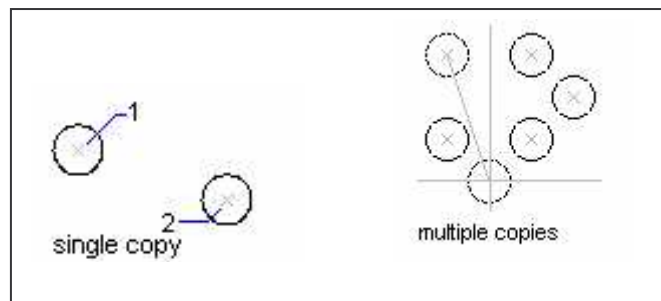
command : COPY (enter)

Select object : tentukan objek yang akan dihapus (klik)

Select object : tentukan objek lain yang akan dihapus (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter

<Base point or displacement>/Multiple : tentukan titik acuan perpindahan – pada objek (klik)

Second point of displacement : tentukan titik tujuan perpindahan (klik)



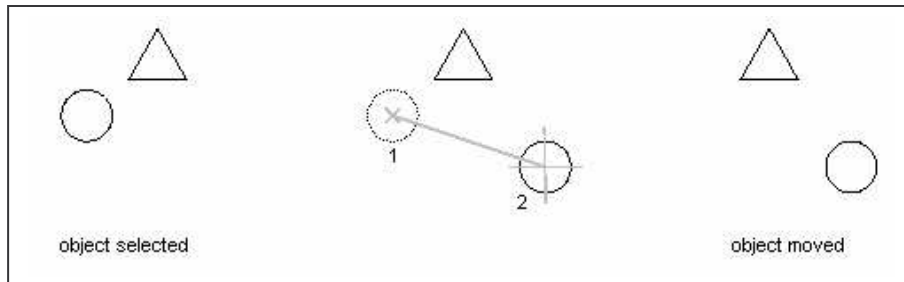
**Gambar 2.46 Teknik menggandakan objek**

Sumber: AutoCad 2006

### c) Memindah Objek (Move)

Dengan perintah 'Move' dari menu Modify, kita dapat memindahkan objek, baik dengan jarak, maupun dengan bantuan object snap.

command : MOVE (enter)  
Select object : tentukan objek yang akan dipindah (klik)  
Select object : tentukan objek yang lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter  
Base point or displacement : tentukan titik acuan perpindahan pada objek (klik)  
Second point of displacement : tentukan titik tujuan perpindahan (klik)



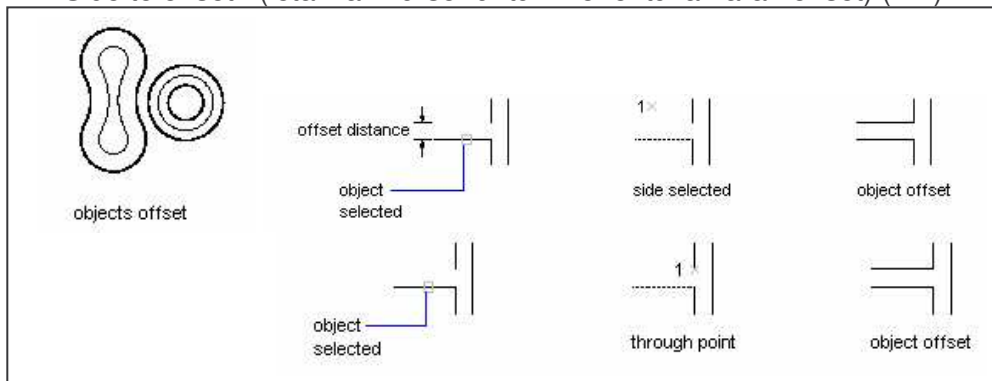
**Gambar 2.47. Teknik memindah objek**

Sumber: AutoCad 2006

**d) Menggandakan Objek secara Paralel (Offset)**

Perintah untuk menggandakan objek / garis dengan jarak tertentu secara paralel. Kita dapat menggandakan lines, arcs, circles, 2Dpolylines, ellipses, elliptical arcs, Xlines, Rays, dan planar splines.

command : OFFSET (enter)  
Offset distance : (tentukan jarak antar objek) (enter)  
Select object to offset : (pilih objek yang dimaksud) (enter)  
Side to offset : (letakkan kursor untuk menentukan arah offset) (klik)



**Gambar 2.48 Teknik menggandakan objek dengan offset**

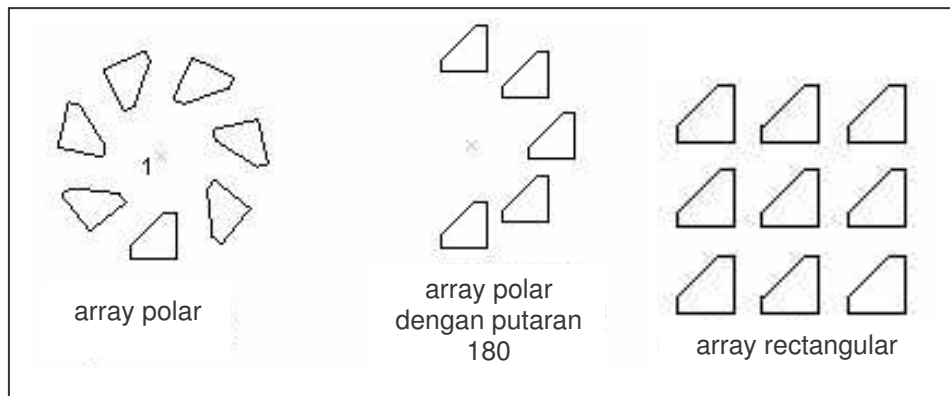
Sumber: AutoCad 2006

**e) Menggunakan Array**

Obyek dapat digandakan dengan mempergunakan Array. Perintah Array terdapat dalam menu Modify. Terdapat dua macam Array, yaitu Rectangular dan Polar seperti pada gambar 2.49.

command : ARRAY (enter)  
Select object : tentukan objek yang akan di-array (klik)  
Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter  
Rectangular/Polar array (R/P) : pilih R untuk array menurut sumbu x dan y, atau P untuk array menurut titik pusat sebuah lingkaran (enter)  
Bila Rectangular yang dipilih :  
Enter number of rows (--)<1> : tentukan jumlah perbanyakkan dalam sumbu y (enter)  
Enter number of columns (III)<1> : tentukan jumlah perbanyakkan dalam sumbu x (enter)  
Unit cell or distance between rows : tentukan jarak antar objek dalam sumbu y (enter)  
Distance between columns : tentukan jarak antar objek dalam sumbu x (enter)

Bila Polar yang dipilih :  
Select object : tentukan objek yang akan di-array (klik)  
Select object : tentukan objek lain (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter  
Specify center point of array : tentukan titik pusat lingkaran imajiner sebagai acuan perbanyakkan (klik)  
Enter the number of items in the array : tentukan jumlah perbanyakkan (enter)  
Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw)<360> : tentukan sudut perputaran array (enter)  
Rotate arrayed objects ? [Yes/No] <Y> : apakah semua objek yang di-array diputar juga menurut pusat array-nya ?



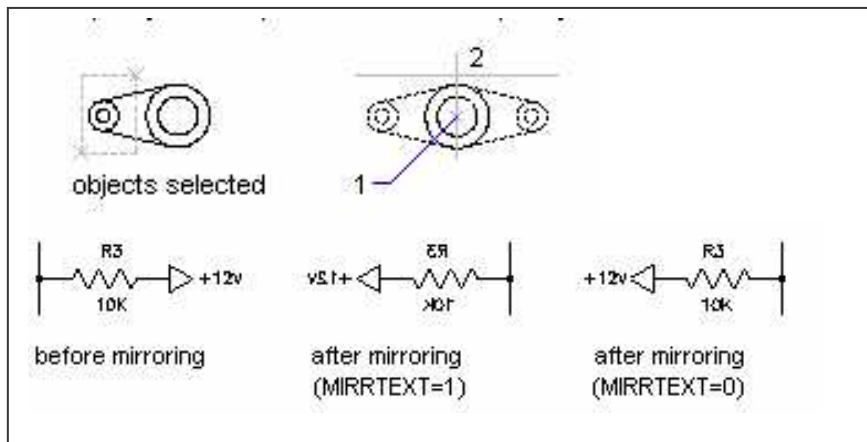
**Gambar 2.49. Teknik melakukan perintah array**

Sumber: AutoCad 2006

### f) Mencerminkan Objek (Mirror)

Perintah untuk mencerminkan objek terhadap garis tertentu sebagai cerminnya. Dalam mengoperasikan mirror, kita membutuhkan *mirror line* yang terdiri dari dua buah titik. Dengan mirror kita dapat menghapus objek asli. Untuk Teks, mirror mempunyai variabel untuk mengatur jenis pencerminan. Variabel tersebut adalah Mirrtext, dimana nilai 0 menghasilkan teks yang tidak terbalik (tidak tercermin) dan nilai 1 menghasilkan teks yang terbalik.

command : MIRROR (enter)  
Select object : (pilih objek yang akan di-mirror) (klik)  
Select object : pilih objek lain, bila tidak ada lagi, tekan enter  
First point of mirror line : (tentukan titik pertama cermin) (klik)  
Second point : (tentukan titik kedua cermin) (klik)  
Delete old object ? (apakah objek lama dihapus atau tidak ?)  
(enter)

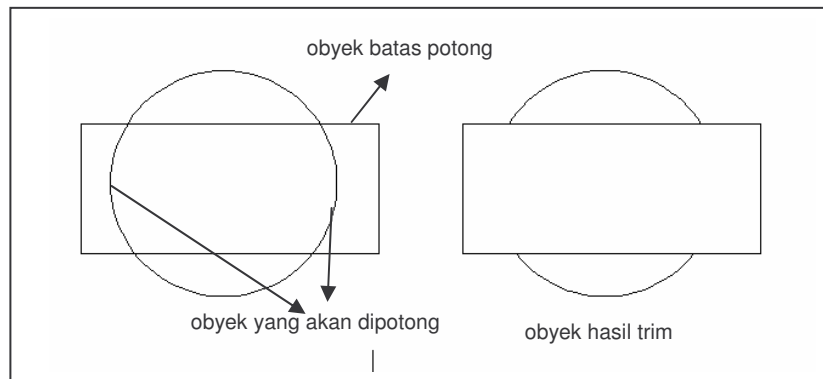


Gambar 2.50. Teknik mencerminkan objek dengan mirror  
Sumber: AutoCad 2006

### g) Memotong garis dengan garis pemotong (Trim)

Dengan perintah 'Trim' dari menu Modify, kita dapat memotong objek dengan bantuan satu atau lebih objek pemotong. Objek pemotong dapat berupa : lines, arcs, circles, polylines, ellipses, splines, xlines, rays, dan viewports pada paperspace.

command : TRIM (enter)  
Select cutting edges : (Projmode = UCS, Edgemode = No extend) :  
tentukan objek atau garis yang menjadi pemotong (klik)  
Select objects : tentukan objek lain yang menjadi pemotong, bila tidak ada lagi, tekan enter  
<Select object to trim>/Project/Edge/Undo : tentukan garis/objek/  
atau bagian objek yang hendak dipotong.



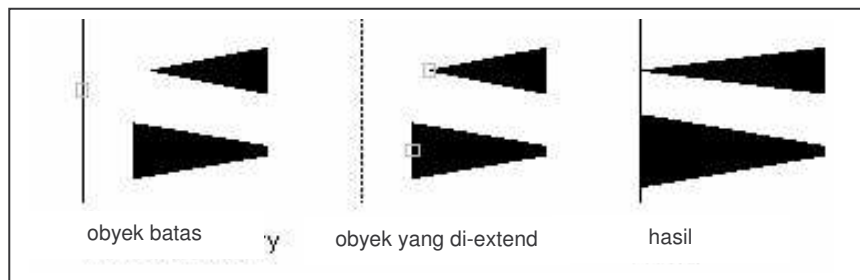
**Gambar 2.51. Teknik memotong objek dengan trim**

Sumber: AutoCad 2006

#### **h) Memperpanjang objek menuju objek lain (Extend)**

Dengan perintah 'extend' yang terdapat dalam menu Modify, kita dapat memperpanjang sebuah objek menuju objek lain.

Prosedur perintah Extend hampir sama dengan perintah Trim



**Gambar 2.52 Teknik memperpanjang objek dengan extend**

Sumber: AutoCad 2006

#### **i) Mempertemukan dua garis (Fillet)**

Perintah untuk mempertemukan dua garis tidak sejajar yang tidak bertemu atau yang saling melebihi titik potongnya

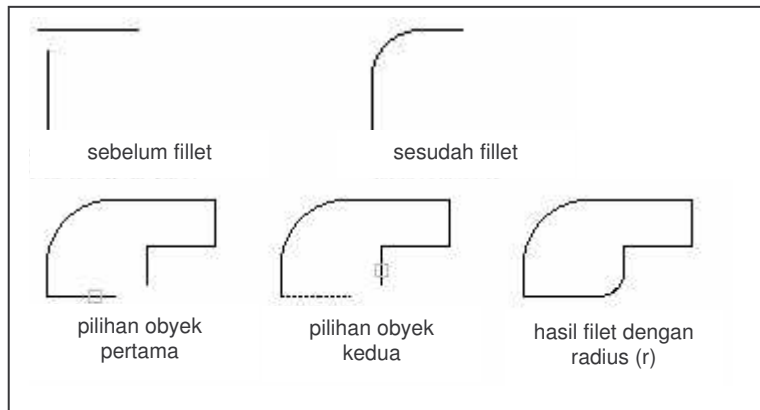
command : FILLET (enter)

Select object : (pilih objek pertama) (klik)

Select object : (pilih objek kedua) (klik)

Pertemuan kedua objek garis merupakan objek lengkung (arc) dengan radius sebesar nilai yang diisikan untuk r.

Jika nilai  $r = 0$ , maka pertemuan objek akan merupakan sebuah titik pertemuan atau tanpa ada objek baru.



**Gambar 2.53 Teknik mempertemukan garis dengan fillet**

Sumber: AutoCad 2006

**j) Memotong garis dengan Break**

Perintah untuk menghilangkan sebagian garis dengan jarak pemotongan yang diinginkan

command : BREAK (enter)

Select object : (pilih objek yang akan dipenggal) (klik)

Enter second point (or F for first point) : pilih F

Enter first point : (tentukan titik pemotongan pertama) (klik)

Enter second point : (tentukan titik pemotongan kedua) (klik)

**k) Memutar objek (*Rotate*)**

Perintah untuk memutar objek dengan sudut tertentu dan menggunakan reference atau acuan jika kita tidak mengetahui besar sudutnya.

command : ROTATE (enter)

Select object : (tentukan objek yang akan diputar) (klik)

Select object : tentukan objek lain, bila tidak ada lagi tekan enter

Base point : (tentukan titik perputarannya / poros) (klik)

<Rotation angle>/Reference : (tentukan sudut perputarannya)

(enter)

**l) Chamfer**

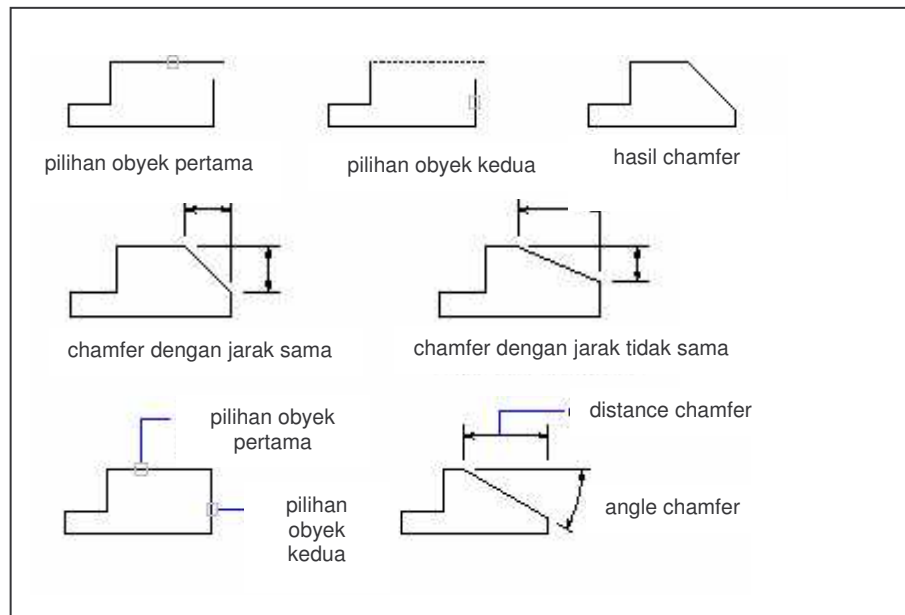
Seperti pada Fillet, dimana kita dapat membuat perpanjangan dua objek dengan atau tanpa radius. Kita dapat pula membuat perpotongan dua objek dengan atau tanpa jarak. Chamfer ditemukan pada Feature Flyout dalam Modify Toolbar. Jarak pertama yang kita masukkan akan merupakan nilai dari *edge* pertama yang kita pilih.

Prosedur pemakaian perintah Chamfer mirip dengan perintah Fillet.

command : CHAMFER (enter)

Select first line : (tentukan garis pertama) (klik)

Select second line : (tentukan garis kedua) (klik)



**Gambar 2.54 Teknik mempertemukan garis dengan chamfer**

Sumber: AutoCad 2006

#### m) Menggunakan Stretch

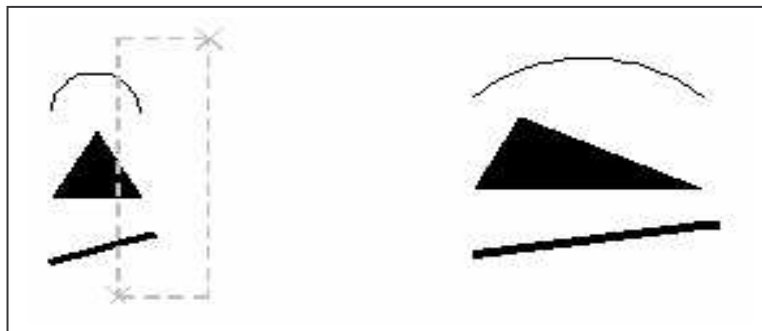
Perintah untuk merubah besaran/ukuran suatu objek dengan memindahkan satu koordinat ke koordinat lain. Stretch terdapat dalam Resize Flyout dalam Modify Toolbar. Dalam melakukan perintah Stretch, pemilihan objek harus menggunakan Cross atau Cross Polygon, dimana semua titik ujung yang akan kita Stretch harus masuk ke dalamnya.

command : STRETCH

Select object : (tentukan objek yang dimaksud) (klik)

Base point : (tentukan titik basis perubahannya) (klik)

Second point of displacement : (tentukan titik/arah perubahannya) (klik)



**Gambar 2.55 Teknik memperpanjang objek dengan stretch**

Sumber: AutoCad 2006



#### n) Merubah skala objek (Scale)

Dengan Scale kita dapat mengubah besaran objek (skala) secara proporsional menurut arah X dan Y.

command : SCALE (enter)

Select object : (tentukan objek yang dimaksud) (klik)

Base point : (tentukan titik basis / pusat pembesaran atau perkecilannya) (klik)

<Scale factor>/Reference : (tentukan skala perubahannya) (enter)

#### o) Zoom

Zoom digunakan untuk memperbesar atau memperkecil tampilan tanpa merubah skala benda.

command : ZOOM (enter)

All/Center/Dynamic/Extents/Left/Previous/Window/<Scale(x)> : tentukan sifat pembesaran dengan memilih A, C, D, E, L, P, W, atau S (enter)

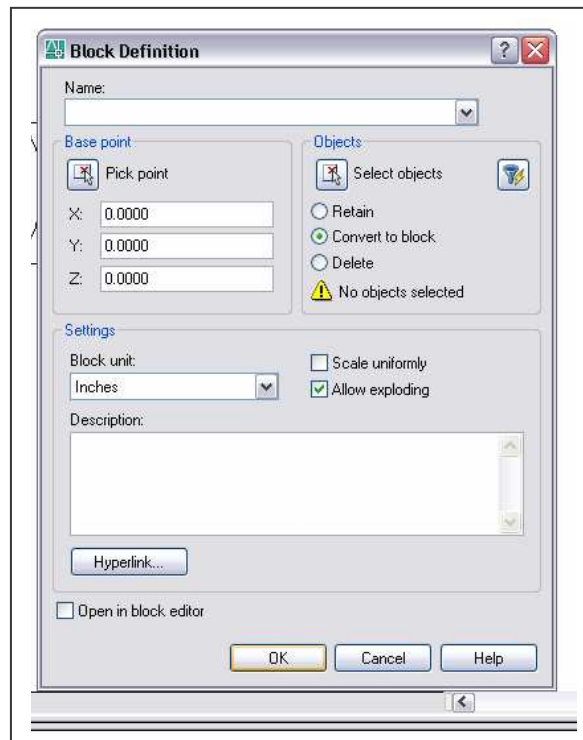
- zoom all, untuk melihat seluruh objek beserta limits yang telah dibuat
- zoom center, untuk membuat display baru dengan meletakkan center point sebagai titik acuan
- zoom extents, untuk melihat seluruh objek tanpa limits
- zoom previous, kembali pada tampilan zoom sebelumnya
- zoom windows, untuk memperbesar tampilan objek dengan window yang akan menjadi tampilan penuh

#### p) Menggunakan Block dan WBlock

Block dapat mempercepat proses menggambar. Sebagai aplikasi, kita dapat menggunakan Block untuk :

- membuat standar library dari simbol-simbol yang sering dipakai
- revisi gambar yang efisien dengan memasukkan, meletakkan, dan menggandakan Block sebagai komponen lebih dari sekadar objek yang berdiri sendiri
- menghemat ruang harddisk dengan menyimpan semua bentuk Block yang sama sebagai sebuah Block di dalam manajemen gambar.

Ketika kita memasukkan Block ke dalam gambar, kita dapat menentukan skala X, Y, dan Z dari Block. Nama layer, warna, dan tipe garis dari Block akan terselip secara otomatis ke dalam gambar. Jika kita membuat Block, sebaiknya kita bekerja dalam layer 0 karena semua informasi warna dan tipe garis akan sesuai dengan layernya jika dipanggil (*Insert*)



Gambar 2.56 Kotak dialog menentukan objek sebagai block

Sumber: AutoCad 2006

Terdapat dua cara dalam membuat Block, yaitu :

- **BLOCK**, jika objek hanya dipergunakan dalam gambar yang sedang aktif
- **WBLOCK**, jika objek dipergunakan untuk file gambar lain

command : BLOCK (enter)

Block name (or?) : ketikkan nama block yang diinginkan (enter)

Insertion base point : tentukan titik acuan block pada objek bila nanti hendak dipanggil (di-insert) (klik)

Select object : tentukan objek yang hendak di-block (klik)

Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada, tekan enter

Objek akan hilang dan tersimpan sebagai block dengan nama yang diketikkan tadi.

Bila hendak menampilkan kembali objek masukkan perintah : Oops

#### q) Memasukkan Block (Insert)

command : INSERT (enter)

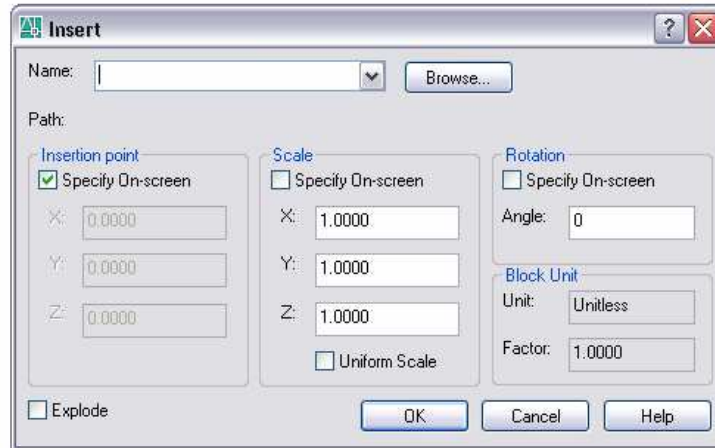
Block name (or ?) : masukkan nama block yang hendak ditampilkan (enter)

Insertion point : tentukan titik tujuan (sesuaikan dengan titik acuan objeknya) (klik)

X scale factor <1>/Corner/XYZ : enter

Y scale factor (default = x) : enter

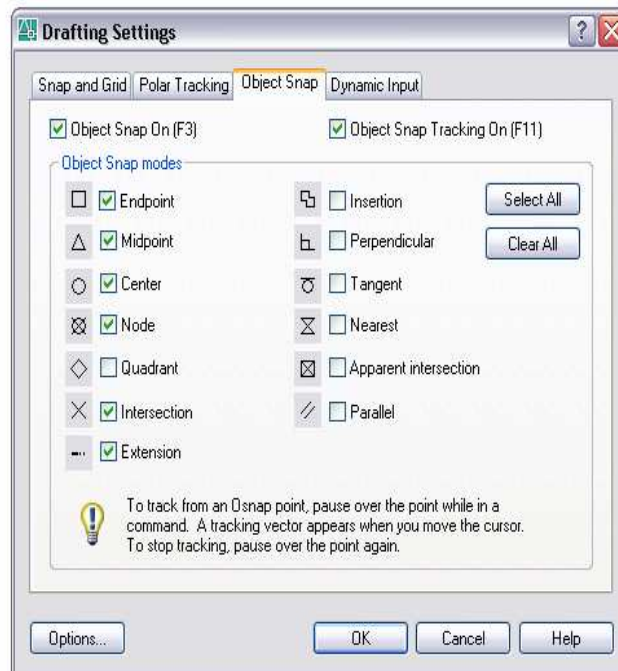
Rotation angle <0> : tentukan sudut perputarannya, atau langsung enter



**Gambar 2.57 Kotak dialog memanggil (insert) block yang telah tersimpan**

Sumber: AutoCad 2006

#### r) Mempergunakan Object Snaps



**Gambar 2.58. Kotak dialog dan toolbar penentuan objek snap**

Sumber: AutoCad 2006

Object snaps digunakan pada saat AutoCAD membuat atau mendefinisikan sebuah titik. Object snaps dapat ditampilkan melalui tombol shift + tombol kanan mouse atau memilih dari object snaps toolbar (gambar 3.13), atau memakai AutoSnap, atau memakai perintah 'DDOsnap'.

Object snap meliputi: *endpoint, midpoint, center, node, quadrant, intersection, extension, insertion, perpendicular, tangent, nearest, apparent intersection, dan paralel.*

### s) Menentukan jarak dan luasan

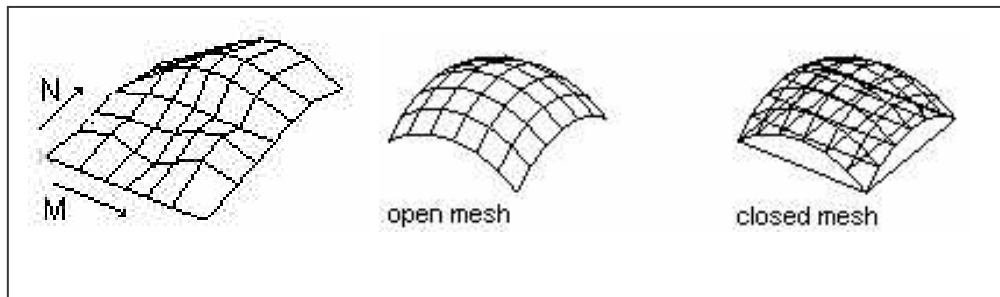
Panjang dan sudut dari satu titik ke titik lain dapat ditentukan dengan menggunakan perintah 'Dist' atau memilih 'Distance' pada Object Properties Toolbar.

Luas suatu area dapat dihitung minimal dari tiga titik dengan menggunakan perintah 'Area', atau memilih 'Area' dari Object Properties Toolbar.

### 2.5.5. Perintah dasar 3 Dimensi

#### a) Menggunakan Meshes

AutoCAD menyediakan pula objek-objek 3D dengan parameter yang dapat kita atur sendiri. Objek tersebut adalah : box, cone, dish, dome, mesh, pyramid, sphere, torus, dan wedge. Bentuk-bentuk meshes ini terlihat sebagai rangka dan akan terlihat sebagai bentuk yang mempunyai permukaan jika kita 'hide', 'shade', atau 'render'. Kita dapat membuat meshes dengan memilih 'surfaces' pada Draw menu atau pada Surface Toolbar.

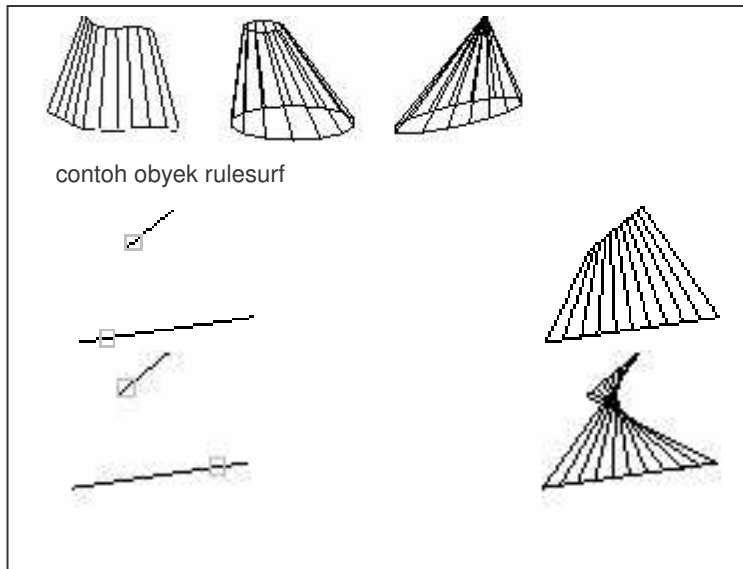


**Gambar 2.59 Contoh gambar objek dengan meshes**

Sumber: AutoCad 2006

- **3dmesh**, dengan perintah ini kita dapat membuat polygon meshes yang terbuka pada arah M dan N (M dan N sama dengan arah sumbu X dan Y pada permukaan XY). Aplikasi yang paling sering memakai 3dmesh adalah pemetaan untuk menentukan kontur tanah.
- **3dface**, untuk memberikan permukaan pada bidang dengan 3 atau 4 titik.
- **Rulesurf(ace)**, untuk membuat bidang antara 2 objek (seperti terlihat pada gambar 2.60). Objek yang dapat dipakai dalam perintah ini

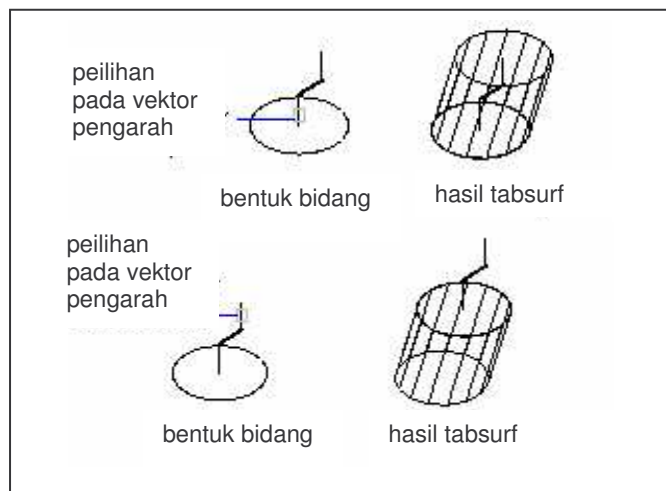
adalah lines, points, arcs, circles, ellipses, elliptical arcs, 2D polylines, 3D polylines, dan splines. Pasangan objek yang akan dipergunakan merupakan jalur dari Rulesurf. Keduanya harus sama-sama tertutup atau terbuka. Untuk point, dapat digabungkan dengan objek terbuka maupun tertutup. Dalam membuat rulesurf, harus memperhatikan pemilihan objek, pemilihan objek yang satu tidak boleh bersilangan dengan pemilihan objek yang lain.



Gambar 2.60 Teknik menggambar dengan rulesurf

Sumber: AutoCad 2006

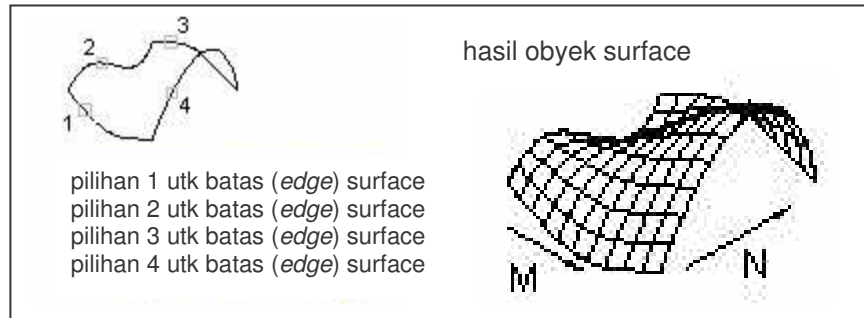
- **Tabsurf(ace)**, untuk membentuk bidang dari objek yang mengikuti vektor pengarah.



Gambar 2.61 Teknik menggambar dengan tabsurf

Sumber: AutoCad 2006

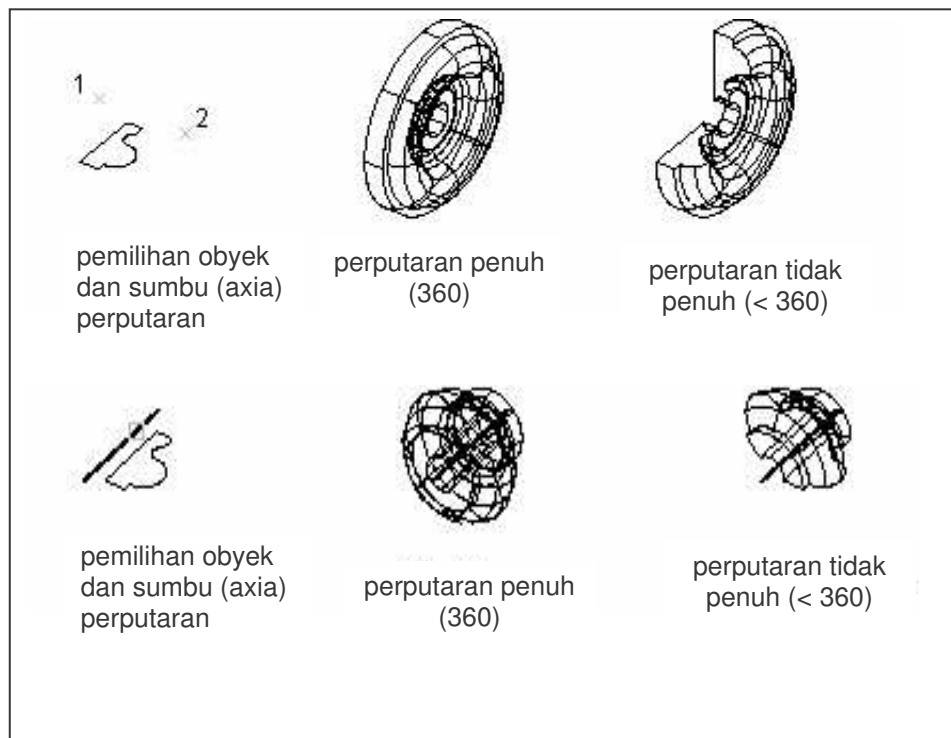
- **Edgesurf(ace)**, untuk membentuk permukaan antara 4 objek yang disebut 'edge'. Edges dapat berupa lines, arcs, polylines, splines, dan elliptical arcs, yang merupakan rangkaian tertutup dan mempunyai ujung yang sama.



**Gambar 2.62. Teknik menggambar dengan edgesurf**

Sumber: AutoCad 2006

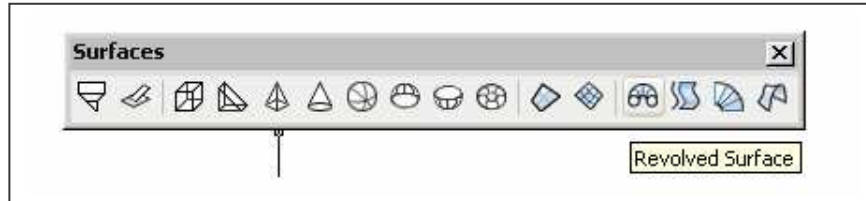
- **Revsurf(ace)**, untuk membuat profil yang melingkar. Revsurf berguna dalam pembuatan objek simetris/silindris yang berputar.



**Gambar 2.63 Teknik menggambar dengan revsurf**

Sumber: AutoCad 2006

Untuk mengatur kerapatan *surface*, digunakan '*surftab1*' dan '*surftab2*', yang nilainya dapat kita tentukan sendiri. Nilai yang dianjurkan adalah kurang dari 24, sebab semakin besar nilai yang kita masukkan, maka di samping selain halus permukaan yang dihasilkan, ukuran file juga makin besar.

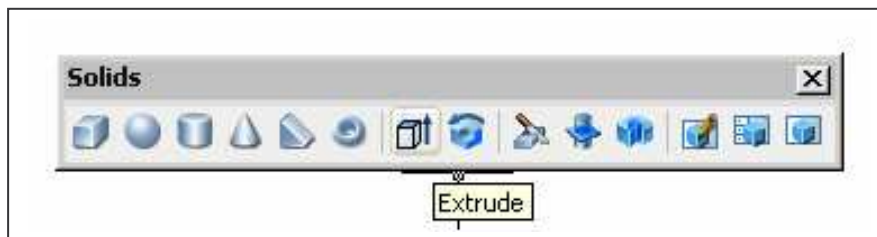


**Gambar 2.64** *Toolbar* untuk menu *surface*

Sumber: AutoCad 2006

## b) Solid Modelling

Perbedaan mendasar antara *solid modelling* dengan rangka atau *surface modelling* adalah informasi dalam solid model lebih lengkap dan konstruksi dari model lebih jelas. Solid modeller biasanya mengandung tipe atau data menyangkut model tersebut, sebagai contoh adalah *spatial data* atau *topology data*. Informasi akurat dari data yang terdapat pada model menyangkut beberapa karakteristik seperti weight, mass, volume, area, dan banyak lagi. Perintah-perintah pembuatan objek 3D solid dan editing sederhananya terdapat pada Solids Toolbar (gambar 2.65).

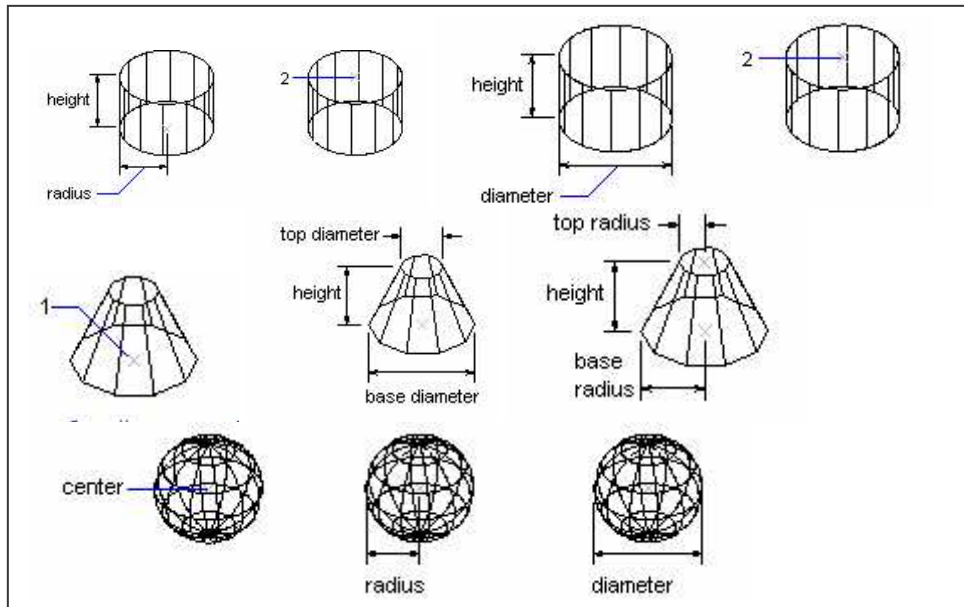


**Gambar 2.65** *Toolbar* untuk menu *solids*

Sumber: AutoCad 2006

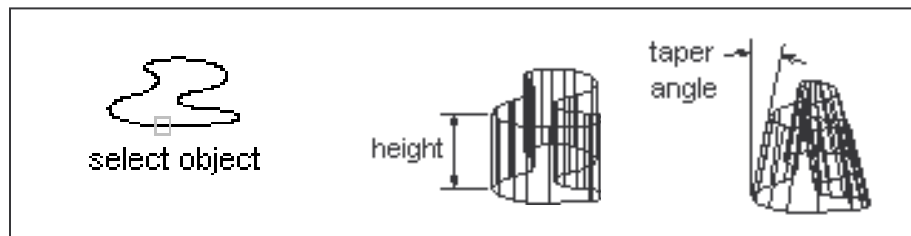
Objek 3D *solid primitives* yang dapat dibuat adalah : *box*, *cylinder*, *cone*, *wedge*, *sphere*, dan *torus* (gambar 2.66). Selain itu kita dapat memakai '**EXTRUDE**' untuk menambah ketebalan objek (gambar 2.67). Objek yang dapat di-*extrude* adalah *polylines*, *polygons*, *rectangles*, *circles*, *ellipses*, *closed splines*, *donuts*, dan *region*. Kita tidak dapat melakukan *extrude* 3D object, objek yang berada di dalam *block*, atau *polyline* yang tidak tertutup. *Extrude* juga memungkinkan kita untuk memperpanjang objek mengikuti lintasannya (*path*).





Gambar 2.66 Contoh objek 3D *solid primitif*

Sumber: AutoCad 2006



Gambar 2.67 Teknik melakukan *extrude* objek

Sumber: AutoCad 2006

**c) Membuat *Solid Composite***

Operasi-operasi yang berada dalam pembuatan *composite solid* disebut '*Boolean Operation*', yang meliputi :

- **Union**, membuat gabungan dari dua atau lebih solid
- **Subtract**, solid yang satu mengurangi (mencoak) solid yang lain
- **Intersect**, solid yang terjadi dari perpotongan dua solid atau lebih

**d) Editing Objek 3D**

- **Rotate 3D**, perintah untuk membuat rotate 3D terdapat pada menu Modify – 3D Operation atau mengetikkan 'rotate3d' pada command line. Fungsinya sama dengan rotate pada 2D dimana rotate 3D kita dapat memutar objek dengan arah X, Y, dan Z.
- **Array 3D** :
  - a. *Rectangular*, perintah untuk membuat 3D rectangular array terdapat pada Modify – 3D Operation, atau mengetikkan '3darray'

pada command line. Fungsinya sama dengan array pada 2D, dimana array 3D dapat menggandakan objek dengan arah X,Y, dan Z

- b. *Polar*, perintah untuk membuat 3D polar terdapat pada Modify 3D Operation, atau mengetikkan '3darray' pada command line. Fungsinya sama dengan array pada 2D, dimana pada array 3D kita dapat menggandakan objek dengan arah sumbu X, Y, dan Z, atau mengikuti sumbu pemutar yang sudah kita tentukan
- **Mirror 3D**, perintah untuk membuat mirror 3D terdapat pada Modify – 3D Operation atau mengetikkan 'mirror3d' pada *command line*. Fungsinya sama dengan mirror pada 2D, dimana mirror 3D dapat mencerminkan objek dengan sumbu mirror X, Y, dan Z, atau mengikuti sumbu mirror yang kita definisikan

---

**Pertanyaan pemahaman:**

13. Sebutkan dan jelaskan elemen-elemen lengkan suatu sistem komputer?
14. Sebutkan pengelompokan kategori program komputer dalam bidang teknik bangunan?
15. Jelaskan fungsi dari program MS Office?
16. Jelaskan fungsi dari program MS Project?
17. Jelaskan fungsi dari program STAAD/Pro?
18. Jelaskan fungsi dari program AutoCad?

**Tugas pendalaman:**

3. Carilah sebuah contoh dokumen administrasi suatu perusahaan jasa konstruksi. Buatlah kembali dokumen tersebut dengan memanfaatkan program MS Office khususnya dengan Program MS Word!
4. Carilah sebuah Rancangan Anggaran Biaya (RAB) sebuah proyek bangunan sederhana. Buat kembali dokumen tersebut dengan Program MS Excel!
5. Presentasikan data perusahaan dengan Program MS PowerPoint dengan menggunakan data tugas nomor 1!
6. Selesaikan beberapa soal mekanika sederhana dengan Program STAAD/Pro, khususnya yang berkaitan dengan statika balok sederhana dan rangka batang sederhana!
7. Gambarlah sebuah rancangan denah, tampak dan potongan bangunan rumah tinggal dengan Program AutoCad.



## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, Edward (1999). *Fundamental of Building Construction: Materials and Methods*. John Willey and Sons Inc.
- Amon, Rene; Knobloch, Bruce; Mazumder, Atanu (1996). *Perencanaan Konstruksi Baja untuk Insinyur dan Arsitek*, jilid 1 dan 2. Jakarta. Pradya Paramita
- Anonim (2005). *Standard Handbook for Civil Engineering*. McGraw-Hill Companies.
- Anonim (1979). *Peraturan Kontruksi Kayu Indonesia NI-5 I 1961*. Bandung. Yayasan LPMB Dep. PUTL
- Anonim (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung. Yayasan LPBM
- Anonim. *Undang-undang no. 18 tahun 1999*, tentang *Jasa Konstruksi*.
- Anonim (2002). *SNI 03-1729-2002. Tata cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*.
- Anonim (2002). *SNI 03-2847-2002. Tata cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*
- Anonim. *Undang-undang no. 28 tahun 2002*, tentang *Bangunan Gedung*.
- Anonim. *Undang-undang no. 38 tahun 2004*, tentang *Jalan*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 61 tahun 2004*, tentang *Perubahan atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 32 tahun 2005*, tentang *Perubahan Kedua atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 70 tahun 2005*, tentang *Perubahan Ketiga atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 8 tahun 2006*, tentang *Perubahan Keempat atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.
- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 79 tahun 2006*, tentang *Perubahan Kelima atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003*, tentang *Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*.

- Anonim. *Keputusan Presiden nomor 85 tahun 2006, tentang Perubahan Keenam atas Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003, tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.*
- Bowles, Joseph E. (1997) *Foundation Analysis & Design*, fifth edition. McGraw-Hill Companies.
- Brockenbrough, Roger. L. dan Boedecker, Kenneth J. (2003). *Highway Engineering Handbook*. McGraw-Hill.
- CEB-FIP (2004). *Planning and Design Handbook on Precast Building Structures*. BFT Betonwerk.
- Chen, Wai-Fah & Duan, Lian (2000). *Bridge Engineering Handbook*. CRC Press LLC.
- Chen, Wai-Fah & M. Lui, Eric (2005). *Handbook of Structural Engineering*. CRC Press LLC.
- Ching, Francis DK & Cassandra, Adams (2001). *Building Construction Illustrated*, third edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Dipohusodo, Istimawan (1994). *Struktur Beton Bertulang, berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Dipohusodo, Istimawan (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Yogyakarta. Kanisius.
- Engel, Heinrich (1981). *Structure Systems*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Gaylord Jr, Edwin H; Gaylord, Charles N.; dan Stallmeyer, James E. (1997) *Structural Engineering Handbook*, 4<sup>th</sup>. McGraw-Hill.
- Gere dan Timoshenko (1994). *Mechanics of Materials Third Edition*. Massachusetts. Cahapman&Hall.
- Gurki, J. Thambah Sembiring (2007). *Beton Bertulang*. Bandung. Rekayasa Sains.
- Hibbeler, Russell C (2002). *Structural Analysis*, fifth edition. Prentice Hall.
- Hodgkinson, Allan (1977). *AJ Handbook of Building Structure*. London. The Architecture Press.
- Leet, Kenneth M. & Uang, Chia-Ming (2002). *Fundamentals of Structural Analysis*. McGraw-Hill.
- Macdonald, Angus J. (2002). *Struktur dan Arsitektur*, edisi kedua. Jakarta. Erlangga
- Merritt FS & Roger L Brocken Brough (1999). *Structural Steel Designer's Handbook*. McGraw-Hill.
- Millais, Malcolm (1999). *Building Structures, A conceptual approach*. London. E&FN Spoon.
- Moore, Fuller (1999). *Understanding Structures*. McGraw-Hill Companies.
- Mulyono, Tri (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Andi Offset.

- Nilson, Arthur H., Darwin, David, Dole, Charles W. (2004). *Design of Concrete Structures*, thirteenth edition. McGraw-Hill Companies.
- Oentoeng (1999). *Konstruksi Baja*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Patterson, Terry L. (2003). *Illustrated 2003 Building Code Handbook*. McGraw-Hill.
- R. Sagel; P. Kole; Kusuma, Gideon H. (1994). *Pedoman Pengerjaan Beton; Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta. Erlangga.
- R. Sutrisno (1984). *Bentuk Struktur Bangunan dalam Arsitektur Modern*. Jakarta. Gramedia.
- Salmon, Charles G., Johnson, John E. & Wira M (penterjemah) (1991). *Struktur Baja, Disain dan Perilaku*, jilid 1 dan 2, Edisi kedua. Jakarta. Erlangga.
- Salvadori, Mario & Levy, Matthys (1986). *Disain Struktur dalam Arsitektur*. Jakarta. Erlangga.
- Schodek, Daniel L. (1999). *Struktur* (Alih Bahasa) edisi kedua. Jakarta. Erlangga.
- Schuler, Wolfgang (1983). *Horizontal-Span Building Structures*. John Wiley & Sons, Inc.
- Schuler, Wolfgang (1989). *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung. Eresco.
- Soegihardjo & Soedibjo (1977). *Ilmu Bangunan Gedung*. Depdikbud. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Sumarni, Sri (2007). *Struktur Kayu*. Surakarta. UNS Press.
- Supriyadi, Bambang & Muntohar, Agus Setyo (2007). *Jembatan*. Yogyakarta. Beta Offset.
- TY Lin & SD Stotesbury (1981). *Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers*. New York. John Wiley & Sons, Inc
- WC Vis & Kusuma, Gideon (1993). *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta. Erlangga
- NSPM Kimpraswil (2002). *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara, bagian 8: Bendung, Bendungan, Sungai, Irigasi, Pantai*. Jakarta. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Forest Products Laboratory USDA (1999). *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Forest Service Madison Wisconsin
- Pembangunan Perumahan (2003). *Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil, Jakarta*. PT. Gramedia Pustaka Utama

## DAFTAR ISTILAH

**Abutment** – bagian bawah tumpuan struktur jembatan

**Agregat campuran** – bahan batu-batuan yang netral (tidak bereaksi) dan merupakan bentuk sebagian besar beton (misalnya: pasir, kerikil, batu-pecah, basalt)

**AISC** – singkatan dari *American Institute of Steel Construction*

**AISC S** – Spesifikasi-spesifikasi yang dikembangkan oleh AISC, atau singkatan dari *American Institute of Steel Construction Specification*

**ASTM** – singkatan dari *American Society of Testing and Materials*

**Balok** – elemen struktur linier horisontal yang akan melendut akibat beban transversal

**Balok spandrel** – balok yang mendukung dinding luar bangunan yang dalam beberapa hal dapat juga menahan sebagian beban lantai

**Batas Atterberg** – besaran kadar air (%) untuk menandai kondisi konsistensi tanah yakni terdiri dari batas cair (*Liquid Limit / LL*), bata plastis (*Plastic Limit / PL*) maupun batas susut (*shrinkage Limit*).

**Batas Cair** – besaran kadar air tanah uji (%) dimana dilakukan ketukan sebanyak 25 kali menyebabkan alur tanah pada cawan Cassangrade berimpit 1.25 cm (1/2 inch).

**Batas Plastis** – besaran kadar air tanah sehingga saat dilakukan pilinan pada contoh tanah hingga  $\varnothing$  3 mm mulai terjadi retakan dan tidak putus

**Beban** – suatu gaya yang bekerja dari luar

**Beban hidup** – semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan/atau beban akibat air hujan pada atap

**Beban mati** – berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala beban tambahan, finishing, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut

**Beton** – suatu material komposit yang terdiri dari campuran beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan-ikat, yaitu dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen (semen +air) sebagai bahan pengikat.

**Beton Bertulang** – beton yang diperkuat dengan tulangan, didesain sebagai dua material berbeda yang dapat bekerja bersama untuk menahan gaya yang bekerja padanya.

**Beton Cast-in-place** – beton yang dicor langsung pada posisi dimana dia ditempatkan. Disebut juga beton *cast- in situ*.

**Beton Precast** – beton yang dicor di tempat yang berbeda dengan site, biasanya di tempat yang berdekatan dengan lokasi site

**Beton Prestressed** – beton yang mempunyai tambahan tegangan tekan longitudinal melalui gaya tarik pada serat yang diberi pra-tegang di sepanjang elemen strukturnya.

**Beton struktural** – beton yang digunakan untuk menahan beban atau untuk membentuk suatu bagian integral dari suatu struktur. Fungsinya berlawanan dengan beton insulasi (*insulating concrete*).

**Bracing** – konfigurasi batang-batang kaku yang berfungsi untuk menstabilkan struktur terhadap beban lateral

**Cincin tarik (*cincin containment*)** – cincin yang berada di bagian bawah struktur cangkang, berfungsi sebagai pengaku

**Daktilitas** – adalah kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastis bolak-balik berulang di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya;

**Defleksi** – lendutan balok akibat beban

**Dinding geser (*shear wall, structural wall*)** – dinding beton dengan tulangan atau pra-tegang yang mampu menahan beban dan tegangan, khususnya tegangan horisontal akibat beban gempa.

**Faktor reduksi** – suatu faktor yang dipakai untuk mengalikan kuat nominal untuk mendapatkan kuat rencana;

**Gaya tarik** – gaya yang mempunyai kecenderungan untuk menarik elemen hingga putus.

**Gaya tekan** – gaya yang cenderung untuk menyebabkan hancur atau tekuk pada elemen. Fenomena ketidakstabilan yang menyebabkan elemen tidak dapat menahan beban tambahan sedikitpun bisa terjadi tanpa kelebihan pada material disebut tekuk (*buckling*).

**Geser** – keadaan gaya yang berkaitan dengan aksi gaya-gaya berlawanan arah yang menyebabkan satu bagian struktur tergelincir terhadap bagian di dekatnya. Tegangan geser umumnya terjadi pada balok.

**Girder** – susunan gelagar-gelagar yang biasanya terdiri dari kombinasi balok besar (induk) dan balok yang lebih kecil (anak balok)

**Goyangan (*Sideways*)** – fenomena yang terjadi pada rangka yang memikul beban vertikal. Bila suatu rangka tidak berbentuk simetris, atau tidak dibebani simetris, struktur akan mengalami goyangan (translasi horisontal) ke salah satu sisi.

**HPS** – singkatan dari *high-performance steel*, merupakan suatu tipe kualitas baja



**HVAC** – singkatan dari *Heating, Ventilating, Air Conditioning*, yaitu hal yang berhubungan dengan sistem pemanasan, tata udara dan pengkondisian udara dalam bangunan

**Joist** – susunan gelagar-gelagar dengan jarak yang cukup dekat antara satu dan yang lainnya, dan biasanya berfungsi untuk menahan lantai atau atap bangunan. Biasanya dikenal sebagai balok anak atau balok sekunder.

**Kolom** – elemen struktur linier vertikal yang berfungsi untuk menahan beban tekan aksial

**Komposit** – tipe konstruksi yang menggunakan elemen-elemen yang berbeda, misalnya beton dan baja, atau menggunakan kombinasi beton cast-in situ dan pre-cast, dimana komponen yang dikombinasikan tersebut bekerja bersama sebagai satu elemen struktural.

**Kuat nominal** – kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi metode perencanaan sebelum dikalikan dengan nilai faktor reduksi kekuatan yang sesuai

**Kuat perlu** – kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi seperti yang ditetapkan dalam tata cara ini

**Kuat rencana** – kuat nominal dikalikan dengan suatu faktor reduksi kekuatan  $\phi$

**Kuat tarik leleh** – kuat tarik leleh minimum yang disyaratkan atau titik leleh dari tulangan dalam MPa

**Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ )** – kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm), untuk dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam satuan MPa.

**Las tumpul penetrasi penuh** – suatu las tumpul, yang fusinya terjadi diantara material las dan metal induk, meliputi seluruh ketebalan sambungan las

**Las tumpul penetrasi sebagian** – suatu las tumpul yang kedalaman penetrasinya kurang dari seluruh ketebalan sambungan;

**Lentur** – keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (biasanya balok) sebagai akibat adanya beban transversal. Aksi lentur menyebabkan serat-serat pada sisi elemen memanjang, mengalami tarik dan pada sisi lainnya akan mengalami tekan, keduanya terjadi pada penampang yang sama.

**Lintel** – balok yang membujur pada tembok yang biasanya berfungsi untuk menahan beban yang ada di atas bukaan-bukaan dinding seperti pintu atau jendela

**LRFD** – singkatan dari *load and resistance factor design*.

**Modulus elastisitas** – rasio tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan yang timbul akibat tegangan tersebut.

**Momen** – gaya memutar yang bekerja pada suatu batang yang dikenai gaya tegak lurus akan menghasilkan gaya putar (rotasi) terhadap titik yang berjarak tertentu di sepanjang batang.

**Momen puntir** – momen yang bekerja sejajar dengan tampang melintang batang.

**Momen kopel** – momen pada suatu titik pada gelegar

**Mortar** – campuran antara semen, agregat halus dan air yang telah mengeras

**Plat Komposit** – plat yang dalam aksi menahan bebannya dilakukan oleh aksi komposit dari beton dan plat baja / steel deck sebagai tulangnya.

**Pondasi** – bagian dari konstruksi bangunan bagian bawah (*sub-structure*) yang menyalurkan beban struktur dengan aman ke dalam tanah.

**Rangka batang ruang** – struktur rangka batang yang berbentuk tiga dimensional, membentuk ruang

**Rangka kaku** – suatu rangka struktur yang gaya-gaya lateralnya dipikul oleh sistem struktur dengan sambungan-sambungannya direncanakan secara kaku dan komponen strukturnya direncanakan untuk memikul efek gaya aksial, gaya geser, lentur, dan torsi;

**Rangka tanpa Bracing (*Unbraced frame*)** – sistem rangka dimana defleksi lateral yang terjadi padanya tidak ditahan oleh pengaku atau dinding geser (*shear wall*)

**Sag** – simpangan yang terjadi pada struktur kabel, yang merupakan tinggi lengkungan struktur tersebut

**senggang** – tulangan yang digunakan untuk menahan tegangan geser dan torsi dalam suatu komponen struktur,

**SNI** – singkatan dari Standar Nasional Indonesia

**Spesi-beton** – campuran antara semen, agregat campuran (halus dan kasar) dan air yang belum mengeras

**Spesi-mortar** – campuran antara semen, agregat halus dan air yang belum mengeras

**Struktur bangunan** – bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah.

**Struktur Balok dan Kolom (*post and beam*)** – sistem struktur yang terdiri dari elemen struktur horisontal (balok) diletakkan sederhana di atas dua elemen struktur vertikal (kolom) yang merupakan konstruksi dasar

**Struktur Cangkang** – bentuk struktural berdimensi tiga yang kaku dan tipis serta mempunyai permukaan lengkung.

**Struktur Grid** – salah satu analogi struktur plat yang merupakan struktur bidang, secara khas terdiri dari elemen-elemen linier kaku panjang seperti

balok atau rangka batang, dimana batang-batang tepi atas dan bawah terletak sejajar dengan titik hubung bersifat kaku.

**Struktur Funicular** – sistem struktur yang berbentuk seperti tali, kurva atau kumpulan segmen elemen-elemen garis lurus yang membentuk lengkung

**Struktur Membran** – konfigurasi struktur yang terbentuk dari lembaran tipis dan fleksibel.

**Struktur Plat** – struktur planar kaku yang secara khas terbuat dari material monolit yang tingginya relatif kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya.

**Struktur Rangka Batang** – susunan elemen-elemen linier yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk bila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya.

**Struktur Rangka Kaku (*rigid frame*)** – struktur yang terdiri atas elemen-elemen linier, umumnya balok dan kolom, yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh *joints* (titik hubung) yang dapat mencegah rotasi relatif di antara elemen struktur yang dihubungkannya.

**Struktur Tenda** – bentuk lain dari konfigurasi struktur membran, dapat berbentuk sederhana maupun kompleks dengan menggunakan membran-membran.

**Struktur *Vierendeel*** – struktur rangka kaku yang digunakan secara horisontal. Struktur ini tampak seperti rangka batang yang batang diagonalnya dihilangkan. Perlu diingat bahwa struktur ini adalah rangka, bukan rangka batang. Jadi titik hubungya kaku.

**Sub-structure** – struktur bagian bawah. Pada struktur jembatan merupakan bagian yang mendukung bentang horisontal

**Super-structure** – struktur bagian atas. Pada struktur jembatan, merupakan bagian struktur yang terdiri dari bentang horisontal.

**Sway Frame** – suatu rangka yang mempunyai respon terhadap gaya horisontal dalam bidang tidak cukup kaku untuk menghindari terjadinya tambahan gaya internal dan momen dari pergeseran horisontal, sehingga memungkinkan terjadinya goyangan (*sway*)

**Tegangan** – intensitas gaya per satuan luas

**Tegangan tumpu (*bearing stress*)** – tegangan yang timbul pada bidang kontak antara dua elemen struktur, apabila gaya-gaya disalurkan dari satu elemen ke elemen yang lain. Tegangan-tegangan yang terjadi mempunyai arah tegak lurus permukaan elemen.

**Tegangan utama (*principle stresses*)** – interaksi antara tegangan lentur dan tegangan geser dapat merupakan tegangan normal tekan atau tarik, yang disebut sebagai tegangan utama.

**Tinggi efektif penampang (*d*)** – jarak yang diukur dari serat tekan terluar hingga titik berat tulangan tarik

**Titik hubung (*joint*)** – titik pertemuan batang-batang elemen struktur, dimana titik ini merupakan pertemuan gaya-gaya yang terjadi pada elemen struktur tersebut

**Tendon** – elemen baja misalnya kawat baja, kabel batang, kawat untai atau suatu bundel dari elemen-elemen tersebut, yang digunakan untuk memberi gaya prategang pada beton

**Torsi** – puntiran yang timbul pada elemen struktur apabila padanya diberikan momen puntir langsung atau secara tak langsung. Tegangan tarik maupun tekan akan terjadi pada elemen yang mengalami torsi.

**Triangulasi** – konfigurasi struktur segitiga yang bersifat stabil, tidak bisa berubah bentuk atau runtuh

**Tulangan** – batang, kawat atau elemen lain yang ditambahkan pada beton untuk memperkuat beton menahan gaya.

**tulangan polos** – batang baja yang permukaan sisi luarnya rata, tidak bersirip dan tidak berukir

**tulangan ulir** – batang baja yang permukaan sisi luarnya tidak rata, tetapi bersirip atau berukir

**tulangan spiral** – tulangan yang dililitkan secara menerus membentuk suatu ulir lingkaran silindris

**Un-sway Frame** – suatu rangka yang mempunyai respon terhadap gaya horisontal dalam bidang cukup kaku untuk menghindari terjadinya tambahan gaya internal dan momen dari pergeseran horisontal tersebut.

**Umur bangunan** – periode/waktu selama suatu struktur dipersyaratkan untuk tetap berfungsi seperti yang direncanakan;

## DAFTAR TABEL

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1.1.  | Daftar SNI struktur bangunan   | 8   |
| 1.2.  | Contoh <i>safety plan</i> resiko kecelakaan dan pencegahannya                      | 11  |
| 1.3.  | Contoh <i>safety plan</i> tata cara pengoperasian alat                             | 13  |
| 1.4.  | Contoh <i>safety plan</i> tata cara pengoperasian alat                             | 13  |
| 2.1.  | Tampilan layar MS Word   | 50  |
| 3.1.  | Berat sendiri bahan bangunan dan komponen bangunan                                 | 130 |
| 3.2.  | Beban hidup pada lantai bangunan   | 131 |
| 3.3.  | Koefisien angin menurut peraturan pembebanan Indonesia                             | 133 |
| 3.4.  | Parameter daktilitas dan reduksi untuk struktur gedung                             | 137 |
| 3.5.  | Konversi Satuan Amerika Serikat (US) terhadap Satuan Baku Internasional (SI Units) | 149 |
| 4.1.  | Desain Momen   | 203 |
| 5.1.  | Klasifikasi Tanah menurut USCS   | 240 |
| 5.2.  | Nomor Pengenal, Ukuran Lubang Ayakan (Sieve Size) untuk Uji Tanah                  | 243 |
| 5.3.  | Contoh analisa saringan menurut SNI 1968-1990-F                                    | 243 |
| 5.4.  | Hasil Uji Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> )                              | 245 |
| 5.5.  | Besaran berat isi maksimum tanah dan kadar air optimum                             | 247 |
| 5.6.  | Jumlah pukulan hasil Uji SPT dan tingkat kepadatan tanah                           | 249 |
| 5.7.  | Kekerasan tanah kohesif dari hasil uji kuat tekan bebas dan SPT                    | 251 |
| 5.8.  | Kekerasan dan besaran sudut geser dalam dari jenis tanah granuler                  | 252 |
| 5.9.  | Kekerasan dan besaran sudut geser dalam dari jenis tanah lanau                     | 253 |
| 5.10. | Besaran faktor bentuk pondasi dangkal  | 258 |
| 5.11. | Koefisien tekanan lateral tanah aktif untuk Gambar 5.23                            | 260 |
| 5.12. | Properti tanah untuk perhitungan tekanan tanah aktif Rankine                       | 263 |
| 5.13. | Faktor gesek untuk perhitungan dinding penahan                                     | 263 |
| 6.1.  | Sifat mekanis baja struktural  | 269 |
| 6.2.  | Beban tarikan minimum baut   | 283 |
| 7.1.  | Karakteristik baja tulangan  | 344 |
| 7.2.  | Penyimpangan yang diijinkan untuk panjang bentang                                  | 345 |
| 7.3.  | Penyimpangan yang diijinkan untuk massa teoritis                                   | 345 |
| 7.4.  | Penyimpangan yang diijinkan untuk berat teoritis                                   | 345 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 7.5.  | Penyimpangan yang diijinkan dari diameter nominal       | 345 |
| 7.6.  | Tebal minimum penutup beton                             | 354 |
| 7.7.  | Diameter bengkokan minimum                              | 358 |
| 7.8.  | Toleransi untuk tulangan dan selimut beton              | 358 |
| 7.9.  | Kuat tekan beton  | 363 |
| 7.10. | Tegangan leleh baja                                     | 364 |
| 7.11. | Faktor reduksi kekuatan                                 | 364 |
| 7.12. | Lendutan ijin maksimum                                  | 365 |
| 7.13. | Rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang       | 373 |
| 7.14. | Tinggi balok minimum                                    | 374 |
| 7.15. | Daftar nilai $A_s$ untuk balok T                        | 379 |
| 7.16. | Tebal minimum plat tanpa balok                          | 385 |
| 8.1.  | Kelas kuat kayu   | 401 |
| 8.2.  | Kelas awet kayu   | 401 |
| 8.3.  | Spesifikasi ukuran paku                                 | 407 |
| 8.4.  | Nilai K untuk perhitungan kuat lateral paku dan sekerup | 409 |
| 8.5.  | Ukuran sekerup  | 409 |
| 8.6.  | Faktor kekuatan lateral sekerup lag                     | 411 |
| 8.7.  | Kekuatan per alat sambung untuk cincin dan plat geser   | 416 |
| 8.8.  | Angka kelangsingan                                      | 418 |
| 9.1.  | Format matriks evaluasi untuk memilih jenis jembatan    | 435 |
| 9.2.  | Tipe jembatan dan aplikasi panjang jembatan             | 435 |
| 9.3.  | Aplikasi tipe jembatan berdasar panjang bentangnya      | 451 |

## DAFTAR GAMBAR

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.1.  | Proyek konstruksi   | 1  |
| 1.2.  | Konstruksi gedung   | 1  |
| 1.3.  | Jalan raya  | 2  |
| 1.4.  | Macam pekerjaan konstruksi teknik sipil                       | 4  |
| 1.5.  | Keselamatan kerja konstruksi                                  | 10 |
| 1.6.  | Papan promosi K3  | 10 |
| 1.7.  | Peralatan pelindung mata                                      | 16 |
| 1.8.  | Jenis peralatan pelindung wajah                               | 16 |
| 1.9.  | Macam-macam pelindung pendengaran                             | 17 |
| 1.10. | Jenis helm pelindung kepala                                   | 17 |
| 1.11. | Jenis sepatu dan boots pelindung kaki                         | 18 |
| 1.12. | Jenis sarung tangan pelindung                                 | 19 |
| 1.13. | Jenis peralatan pelindung jatuh                               | 20 |
| 1.14. | Contoh rambu-rambu peringatan K3                              | 21 |
| 1.15. | Proses penyelenggaraan konstruksi                             | 22 |
| 1.16. | Prosedur ijin mendirikan bangunan                             | 23 |
| 1.17. | Skema struktur organisasi utama                               | 29 |
| 1.18. | Skema struktur organisasi lengkap pelaksana proyek konstruksi | 31 |
| 1.19. | Urutan kegiatan pelaksanaan pelelangan                        | 36 |
| 2.1.  | Toolbar aplikasi program MS Office                            | 43 |
| 2.2.  | Tampilan layar MS Word  | 44 |
| 2.3.  | Pengetikan dokumen dengan MS Word                             | 45 |
| 2.4.  | Kotak dialog <i>font</i>                                      | 46 |
| 2.5.  | Kotak dialog <i>format paragraf</i>                           | 46 |
| 2.6.  | Menu <i>file</i>  | 47 |
| 2.7.  | Kotak dialog <i>print</i>                                     | 48 |
| 2.8.  | Tampilan layar MS Excel                                       | 49 |
| 2.9.  | Chart wizard dialog   | 54 |
| 2.10. | Tampilan layar MS PowerPoint                                  | 56 |
| 2.11. | Tampilan layar dengan pilihan bentuk slide                    | 57 |
| 2.12. | Tampilan format placeholder                                   | 58 |
| 2.13. | Tampilan wordart gallery                                      | 59 |
| 2.14. | Tampilan layar MS Project                                     | 63 |
| 2.15. | Tampilan layar MS Project untuk template                      | 64 |
| 2.16. | Tampilan Project information                                  | 65 |
| 2.17. | Tampilan tabel resource sheet                                 | 71 |
| 2.18. | Tampilan hasil MS Project                                     | 72 |
| 2.19. | Tampilan tabel tracking                                       | 73 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 2.20.   | Arah sumbu lokal                                       | 75  |
| 2.21.   | Arah sumbu lokal dan sumbu global                      | 76  |
| 2.22.   | Arah sumbu lokal dan perjanjian tanda                  | 76  |
| 2.23.   | Tampilan awal STAAD/Pro                                | 77  |
| 2.24.   | Kotak dialog <i>new file</i>                           | 78  |
| 2.25.   | Kotak dialog pemilihan model struktur                  | 78  |
| 2.26.   | Kotak dialog pemilihan unit satuan                     | 79  |
| 2.27.   | Tampilan program aplikasi STAAD/Pro                    | 79  |
| 2.28.   | Penggambaran geometry bentuk struktur                  | 80  |
| 2.29(a) | Penentuan properti penampang struktur                  | 81  |
| 2.29(b) | Penentuan konstanta bahan struktur                     | 82  |
| 2.30.   | Penentuan perletakan struktur                          | 83  |
| 2.31.   | Penentuan definisi beban-beban struktur                | 82  |
| 2.32.   | Penentuan model analisis struktur                      | 85  |
| 2.33.   | Tampilan menu edit pada text editor                    | 86  |
| 2.34.   | Tampilan menu edit command file                        | 86  |
| 2.35.   | Tampilan awal AutoCad                                  | 89  |
| 2.36.   | Kotak dialog pilihan template                          | 90  |
| 2.37.   | Kotak dialog untuk pilihan file yang akan dibuka       | 91  |
| 2.38.   | Kotak dialog untuk menyimpan file                      | 91  |
| 2.39.   | Toolbar format teks dan area penulisan                 | 92  |
| 2.40.   | Teknik menggambar lingkaran                            | 93  |
| 2.41.   | Kotak dialog untuk menentukan jenis multiline          | 94  |
| 2.42.   | Kotak dialog untuk menentukan jenis arsiran            | 96  |
| 2.43.   | Kotak dialog penentuan dimensi obyek                   | 97  |
| 2.44.   | Kotak dialog untuk pilihan jenis tampilan dimensi      | 97  |
| 2.45.   | Kotak dialog untuk menentukan atribut obyek            | 98  |
| 2.46.   | Teknik menggandakan obyek                              | 99  |
| 2.47.   | Teknik memindahkan obyek                               | 100 |
| 2.48.   | Teknik menggandakan obyek dengan offset                | 100 |
| 2.49.   | Teknik melakukan array                                 | 101 |
| 2.50.   | Teknik mencerminkan obyek dengan mirror                | 102 |
| 2.51.   | Teknik memotong obyek dengan trim                      | 103 |
| 2.52.   | Teknik memperpanjang obyek dengan extend               | 103 |
| 2.53.   | Teknik mempertemukan obyek dengan fillet               | 104 |
| 2.54.   | Teknik mempertemukan obyek dengan chamfer              | 105 |
| 2.55.   | Teknik memperpanjang obyek dengan stretch              | 105 |
| 2.56.   | Kotak dialog untuk menentukan obyek sebagai block      | 107 |
| 2.57.   | Kotak dialog untuk memanggil obyek.block dengan insert | 108 |
| 2.58.   | Kotak dialog untuk obyek snap                          | 108 |
| 2.59.   | Contoh gambar obyek meshes                             | 109 |
| 2.60.   | Teknik menggambar dengan rulesurf                      | 110 |
| 2.61.   | Teknik menggambar dengan tabsurf                       | 110 |
| 2.62.   | Teknik menggambar dengan edgesurf                      | 111 |
| 2.63.   | Teknik menggambar dengan revsurf                       | 111 |
| 2.64.   | Toolbar menu surfece                                   | 112 |



|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 2.65. | Toolbar menu solids   | 112 |
| 2.66. | Contoh obyek 3D solid primitif  | 113 |
| 2.67. | Teknik melakukan extrude obyek  | 111 |
| 3.1.  | Struktur post and lintel bangunan batu di Mesir                                     | 115 |
| 3.2.  | Struktur post and lintel bangunan batu di Parthenon                                 | 116 |
| 3.3.  | Struktur lengkung pada bangunan Roma  | 116 |
| 3.4.  | Struktur lengkung kubah bangunan  | 117 |
| 3.5.  | Penampang sistem struktur pada bangunan katedral                                    | 117 |
| 3.6.  | Struktur rangka baja Menara Eiffel, Paris   | 118 |
| 3.7.  | Klasifikasi elemen struktur   | 120 |
| 3.8.  | Klasifikasi struktur menurut mekanisme transfer beban                               | 121 |
| 3.9.  | Jenis-jenis elemen struktur   | 122 |
| 3.10. | Susunan sistem struktur penahan bentang horisontal untuk bentang pendek             | 125 |
| 3.11. | Susunan sistem struktur penahan bentang horisontal untuk bentang lebar atau panjang | 126 |
| 3.12. | Skema pembebanan struktur   | 128 |
| 3.13. | Aliran angin di sekitar bangunan  | 132 |
| 3.14. | Aksi gaya-gaya pada tinjauan struktur   | 140 |
| 3.15. | Keruntuhan struktur dan respon struktur mencegah runtuh                             | 141 |
| 3.16. | Analisa kestabilan struktur   | 142 |
| 3.17. | Contoh komponen struktur untuk bangunan yang umum                                   | 143 |
| 3.18. | Pemisahan elemen struktural   | 144 |
| 3.19. | Berbagai jenis hubungan dan pemodelannya  | 146 |
| 3.20. | Pendekatan pemodelan pembebanan pada struktur plat                                  | 147 |
| 3.21. | Arah gaya pada suatu bidang   | 150 |
| 3.22. | Gaya normal dan gaya lintang  | 150 |
| 3.23. | Momen   | 151 |
| 3.24. | Bentuk momen  | 152 |
| 3.25. | Penguraian gaya   | 152 |
| 3.26. | Cara menggabungkan gaya   | 153 |
| 3.27. | Cara menggabungkan gaya dengan lukisan kutub  | 154 |
| 3.28. | Komponen reaksi contoh soal   | 155 |
| 3.29. | Komponen reaksi tekan pada suatu struktur   | 156 |
| 3.30. | Bentuk struktur utama   | 157 |
| 3.31. | Bentuk dudukan  | 158 |
| 3.32. | Konsol dengan beban terpusat  | 159 |
| 3.33. | Balok konsol dengan beban terbagi merata  | 160 |
| 3.34. | Muatan terbagi segitiga pada struktur konsol  | 161 |
| 3.35. | Balok di atas dua tumpuan   | 161 |
| 3.36. | Struktur balok dua dudukan dengan beban miring                                      | 163 |
| 3.37. | Balok dua dudukan dengan beban terbagi rata   | 165 |
| 3.38. | Contoh soal balok dua dudukan dengan beban segitiga                                 | 167 |
| 3.39. | Balok dua dudukan dengan beban trapesium  | 168 |
| 3.40. | Balok dua dudukan dengan beban gabungan   | 169 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 3.41. | Tipikal struktur rangka batang  | 169 |
| 3.42. | Tipikal bentuk struktur rangka batang sederhana                         | 170 |
| 3.43. | Sketsa contoh soal struktur rangka batang                               | 171 |
| 3.44. | Pemotongan untuk mencari $S_1$ dan $S_6$                                | 174 |
| 3.45. | Pemotongan untuk mencari gaya batang $S_5$ , $S_6$ dan $S_7$            | 175 |
| 3.46. | Pemotongan untuk mencari gaya $S_9$                                     | 175 |
| 3.47. | Tegangan normal tarik pada batang prismatic                             | 176 |
| 3.48. | Tegangan normal tekan pada batang prismatic                             | 176 |
| 3.49. | Geser pada sambungan baut   | 177 |
| 3.50. | Batang yang mengalami puntiran ( <i>torsion</i> )                       | 177 |
| 3.51. | Torsi tampang lingkaran solid dan lingkaran berlubang                   | 178 |
| 3.52. | Struktur balok yang mengalami lentur dan geser                          | 178 |
| 3.53. | Balok yang mengalami geseran arah memanjang                             | 179 |
|       |   |     |
| 4.1.  | Rangka Batang dan Prinsip-prinsip Dasar Triangulasi                     | 182 |
| 4.2.  | Mekanisme Gaya-gaya pada Rangka Batang                                  | 183 |
| 4.3.  | Kestabilan Internal pada Rangka Batang                                  | 184 |
| 4.4.  | Penggunaan batang kaku  | 185 |
| 4.5.  | Diagram gaya batang   | 185 |
| 4.6.  | Jenis-jenis umum rangka batang  | 190 |
| 4.7.  | Tekuk batang: hubungan dengan pola segitiga                             | 192 |
| 4.8.  | Tekuk lateral pada rangka   | 192 |
| 4.9.  | Rangka batang ruang tiga dimensi  | 193 |
| 4.10. | Balok pada gedung   | 195 |
| 4.11. | Jenis dan perilaku balok  | 196 |
| 4.12. | Pengekang lateral untuk balok kayu                                      | 198 |
| 4.13. | Torsi yang terjadi pada balok   | 199 |
| 4.14. | Penampang balok dan ketahanan terhadap torsi                            | 199 |
| 4.15. | Pusat geser ( <i>shear center</i> ) pada balok                          | 200 |
| 4.16. | Garis tegangan utama  | 201 |
| 4.17. | Beban eksentris pada kolom  | 207 |
| 4.18. | Bentuk-bentuk penampang kolom   | 210 |
| 4.19. | Gedung dengan struktur rangka beton                                     | 211 |
| 4.20. | Tipikal struktur gedung berlantai banyak                                | 212 |
| 4.21. | Contoh sistem rangka ruang  | 212 |
| 4.22. | Elemen dasar pembentuk sistem rangka ruang                              | 213 |
| 4.23. | Macam-macam sistem rangka ruang   | 214 |
| 4.24. | Struktur bangunan modern dengan permukaan bidang dan kabel              | 215 |
| 4.25. | Perbandingan perilaku struktur ' <i>post and beam</i> ' dan rangka kaku | 216 |
| 4.26. | Efek variasi kekakuan relatif balok dan kolom                           | 219 |
| 4.27. | Efek turunnya tumpuan pada struktur rangka kaku                         | 220 |
| 4.28. | Rangka kaku bertingkat banyak   | 221 |
| 4.29. | Rangka khusus: struktur <i>Vierendeel</i>                               | 221 |
| 4.30. | Jenis-jenis struktur berdasarkan momen lentur                           | 222 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.31. | Penentuan ukuran dan bentuk penampang pada rangka       | 224 |
| 4.32. | Struktur rangka ruang, plat dan grid                    | 225 |
| 4.33. | Struktur plat satu arah                                 | 226 |
| 4.34. | Plat berusuk satu arah                                  | 227 |
| 4.35. | Sistem balok dan plat dua arah                          | 227 |
| 4.36. | Struktur grid dua arah sederhana                        | 228 |
| 4.37. | Sistem slab & balok dua arah dan sistem wafel           | 229 |
| 4.38. | Penggunaan <i>drop panel</i> dan <i>column capitals</i> | 230 |
| 4.39. | Gaya-gaya pada struktur rangka ruang                    | 231 |
| 4.40. | Jenis-jenis struktur rangka ruang dengan modul berulang | 231 |
| 4.41. | Struktur plat lipat                                     | 232 |
| 4.42. | Pengelompokan sistem bangunan tinggi                    | 233 |
| 4.43. | Rangka sederhana dengan bracing                         | 235 |
| 4.44. | Sistem bracing umum                                     | 236 |
|       |   |     |
| 5.1.  | Ayakan untuk uji ukuran butir dan gradasi tanah         | 242 |
| 5.2.  | Alat uji hidrometer                                     | 242 |
| 5.3.  | Alat uji batas cair dan batas plastis                   | 244 |
| 5.4.  | Grafik uji geser langsung                               | 246 |
| 5.5.  | Alat uji geser langsung                                 | 246 |
| 5.6.  | Alat uji tekan bebas                                    | 246 |
| 5.7.  | Alat boring tanah dan alat pengambil sampel             | 248 |
| 5.8.  | Tipikal split sampler pada ujung alat SPT               | 249 |
| 5.9.  | Alat sondir   | 249 |
| 5.10. | Konus tunggal dan konus ganda pada alat sondir          | 250 |
| 5.11. | Ilustrasi besaran tegangan efektif tanah                | 250 |
| 5.12. | Ilustrasi tegangan pada tanah                           | 251 |
| 5.13. | Ilustrasi perhitungan tinggi pemotongan tanah           | 252 |
| 5.14. | Macam-macam pondasi                                     | 253 |
| 5.15. | Pondasi dinding, telapak kolom, dan telapak dinding     | 254 |
| 5.16. | Bentuk pondasi untuk tanah miring                       | 254 |
| 5.17. | Tampang dan bahan pondasi tiang                         | 255 |
| 5.18. | Tipikal pondasi tiang dalam menyalurkan beban           | 255 |
| 5.19. | Plat kaki kolom di atas pondasi tiang                   | 256 |
| 5.20. | Peralatan boring pondasi tiang sumuran                  | 256 |
| 5.21. | Tahapan pembuatan sistem pondasi Frankie                | 257 |
| 5.22. | Ilustrasi perhitungan daya dukung pondasi               | 257 |
| 5.23. | Macam-macam bentuk struktur dinding penahan tanah       | 259 |
| 5.24. | Ilustrasi perhitungan tekanan lateral tanah             | 260 |
| 5.25. | Keruntuhan dinding penahan                              | 261 |
| 5.26. | Bagian struktur dinding penahan tanah                   | 262 |
| 5.27. | Kestabilan dinding penahan gravity dan semi gravity     | 262 |
| 5.28. | Pemakaian geotekstil dan gabion                         | 264 |
| 5.29. | Perilaku perkuatan dinding dengan paku                  | 265 |
| 5.30. | Tahapan konstruksi dinding dengan paku atau jangkar     | 265 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.1.  | Struktur bangunan baja                                    | 267 |
| 6.2.  | Bentuk baja profil canai panas                            | 270 |
| 6.3.  | Bentuk baja profil cold forming                           | 270 |
| 6.4.  | Standar tipe penampang profil baja canai panas            | 272 |
| 6.5.  | Beberapa profil elemen struktur rangka individu           | 273 |
| 6.6.  | Beberapa profil lembaran panel dan dek                    | 273 |
| 6.7.  | Sistem konstruksi untuk konstruksi baja                   | 275 |
| 6.8.  | Perkiraan batas bentang untuk berbagai sistem baja        | 278 |
| 6.9.  | Bentang yang dapat dicapai untuk beberapa sistem struktur | 279 |
| 6.10. | Baut dan spesifikasinya                                   | 281 |
| 6.11. | Jenis sambungan-sambungan baut                            | 284 |
| 6.12. | Jenis keruntuhan sambungan                                | 285 |
| 6.13. | Pengelasan SMAW   | 288 |
| 6.14. | Pengelasan SAW  | 289 |
| 6.15. | Pengelasan GMAW   | 289 |
| 6.16. | Pengelasan busur nyala                                    | 291 |
| 6.17. | Contoh sambungan lewatan                                  | 293 |
| 6.18. | Jenis las   | 294 |
| 6.19. | Jenis las tumpul  | 295 |
| 6.20. | Macam-macam pemakaian las sudut                           | 296 |
| 6.21. | Kombinasi las baji dan pasak dengan las sudut             | 297 |
| 6.22. | Posisi pengelasan   | 298 |
| 6.23. | Persiapan tepi untuk las tumpul                           | 299 |
| 6.24. | Cacat-cacat las yang mungkin terjadi                      | 300 |
| 6.25. | Contoh aplikasi batang tarik                              | 304 |
| 6.26. | Beberapa tipe penampang batang tarik                      | 305 |
| 6.27. | Pemakaian batang tarik bulat                              | 306 |
| 6.28. | Jarak antar plat yang dibutuhkan batang tarik             | 307 |
| 6.29. | Beberapa tipe penampang batang tekan                      | 308 |
| 6.30. | Faktor panjang efektif pada kondisi ideal                 | 309 |
| 6.31. | Ikatan lateral sistem rangka lantai                       | 310 |
| 6.32. | Deformasi lentur dan sebuah gelagar                       | 311 |
| 6.33. | Lenturan pada gelagar                                     | 312 |
| 6.34. | Contoh lubang pada sayap gelagar                          | 312 |
| 6.35. | Lubang pada gelagar                                       | 313 |
| 6.36. | Keruntuhan badan gelagar                                  | 313 |
| 6.37. | Contoh aplikasi struktur gelagar plat                     | 315 |
| 6.38. | Komponen umum gelagar yang dikeliling                     | 316 |
| 6.39. | Komponen umum gelagar yang dilas                          | 316 |
| 6.40. | Jenis gelagar plat yang dilas                             | 317 |
| 6.41. | Sambungan balok sederhana                                 | 319 |
| 6.42. | Sambungan balok dengan dudukan tanpa perkuatan            | 310 |
| 6.43. | Penampang kritis untuk lentur pada dudukan                | 310 |
| 6.44. | Sambungan dudukan dengan perkuatan                        | 321 |
| 6.45. | Sambungan dengan plat konsol segitiga                     | 322 |
| 6.46. | Sambungan menerus balok yang dilas ke sayap kolom         | 323 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.47. | Sambungan menerus balok dengan baut ke sayap kolom     | 324 |
| 6.48. | Sambungan menerus balok yang dilas ke badan kolom      | 325 |
| 6.49. | Sambungan menerus balok ke balok tidak secara kaku     | 325 |
| 6.50. | Sambungan menerus balok ke balok secara kaku           | 326 |
| 6.51. | Sambungan sudut portal kaku                            | 326 |
| 6.52. | Sistem dan dimensi plat alas kolom                     | 327 |
| 6.53. | Sambungan alas kolom yang menahan momen                | 327 |
| 6.54. | Struktur baja komposit                                 | 328 |
| 6.55. | Berbagai macam struktur komposit                       | 329 |
| 6.56. | Perbandingan lendutan balok dengan/tanpa aksi komposit | 330 |
| 6.57. | Alat penyambung geser komposit yang umum               | 331 |
| 7.1.  | Bangunan struktur beton                                | 333 |
| 7.2.  | Struktur beton bertulang                               | 334 |
| 7.3.  | Bagan alir aktivitas pengerjaan beton                  | 335 |
| 7.4.  | Jenis baja tulangan                                    | 344 |
| 7.5.  | Diagram tegangan - regangan                            | 346 |
| 7.6.  | Sistem konstruksi untuk konstruksi beton               | 347 |
| 7.7.  | Perkiraan batas bentang untuk berbagai sistem beton    | 352 |
| 7.8.  | Detail penampang beton bertulang                       | 353 |
| 7.9.  | Detail penampang balok dan plat                        | 354 |
| 7.10. | Syarat-syarat untuk penulangan plat                    | 355 |
| 7.11. | Syarat penulangan balok yang harus dipenuhi            | 356 |
| 7.12. | Detail susunan penulangan kait standar                 | 360 |
| 7.13. | Kait-kait pada batang-batang penulangan                | 360 |
| 7.14. | Kait-kait pada sengkang                                | 361 |
| 7.15. | Pembengkokan   | 361 |
| 7.16. | Jenis tumpuan pada plat beton                          | 367 |
| 7.17. | Perilaku lentur pada beban kecil                       | 368 |
| 7.18. | Perilaku lentur pada beban sedang                      | 368 |
| 7.19. | Perilaku lentur pada bidang ultimit                    | 369 |
| 7.20. | Jenis-jenis struktur plat beton                        | 372 |
| 7.21. | Profil balok T   | 376 |
| 7.22. | Lebar efektif balok T                                  | 377 |
| 7.23. | Detail susunan penulangan sengkang                     | 381 |
| 7.24. | Struktur plat rusuk satu arah                          | 382 |
| 7.25. | Struktur plat dua arah dan prinsip penyaluran beban    | 383 |
| 7.26. | Struktur plat dua arah dengan balok                    | 384 |
| 7.27. | Struktur plat rata                                     | 384 |
| 7.28. | Struktur plat rata dengan panel drop                   | 385 |
| 7.29. | Struktur plat wafel                                    | 386 |
| 7.30. | Tipikal kolom beton bertulang                          | 387 |
| 7.31. | Detail susunan penulangan tipikal                      | 389 |
| 7.32. | Spasi antara tulangan-tulangan longitudinal kolom      | 390 |
| 7.33. | Detail struktur dinding beton bertulang                | 391 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 8.1.  | Kekuatan serat kayu dalam menerima beban               | 395 |
| 8.2.  | Metode penggergajian kayu                              | 396 |
| 8.3.  | Tampang melintang kayu dan arah penyusutan             | 397 |
| 8.4.  | Penyusunan kayu saat proses pengeringan                | 397 |
| 8.5.  | Cacat kayu   | 398 |
| 8.6.  | Cacat produk kayu gergajian                            | 398 |
| 8.7.  | Arah serat dan kekuatan kayu terhadap tekan dan tarik  | 400 |
| 8.8.  | Arah serat dan kekuatan kayu terhadap lentur dan geser | 400 |
| 8.9.  | Sistem konstruksi untuk struktur kayu                  | 402 |
| 8.10. | Perkiraan batas bentang untuk berbagai sistem kayu     | 406 |
| 8.11. | Beragam produk paku                                    | 407 |
| 8.12. | Tipe utama produk sekerup                              | 409 |
| 8.13. | Detail pemasangan sekerup                              | 410 |
| 8.14. | Contoh sambungan gigi                                  | 412 |
| 8.15. | Model baut di pasaran                                  | 412 |
| 8.16. | Perilaku gaya pada sambungan baut                      | 413 |
| 8.17. | Syarat jarak minimum perletakan baut                   | 414 |
| 8.18. | Produk alat sambung cincin belah dan pemasangannya     | 415 |
| 8.19. | Produk alat sambung cincin dan plat geser              | 415 |
| 8.20. | Perilaku gaya pada sambungan cincin dan plat geser     | 415 |
| 8.21. | Produk alat penyambung plat logam                      | 416 |
| 8.22. | Penampang kolom batang gabungan                        | 418 |
| 8.23. | Kaki kolom kayu dengan plat dan jangkar                | 420 |
| 8.24. | Kolom tunggal, kolom ganda, dan kolom laminasi         | 420 |
| 8.25. | Sambungan kolom dengan balok                           | 421 |
| 8.26. | Struktur balok dan kayu solid                          | 421 |
| 8.27. | Struktur balok I dari produk kayu buatan               | 422 |
| 8.28. | Sambungan balok dengan balok                           | 422 |
| 8.29. | Kesalahan pembebanan pada balok                        | 422 |
| 8.30. | Struktur balok lantai bertumpu pada balok kayu induk   | 423 |
| 8.31. | Sambungan yang salah dan benar pada balok              | 423 |
| 8.32. | Contoh lain sambungan balok                            | 424 |
| 8.33. | Berbagai bentuk struktur rangka batang kayu            | 424 |
| 8.34. | Penggunaan struktur rangka batang kayu                 | 425 |
| 8.35. | Struktur rangka batang kayu dengan plat sambung        | 425 |
| 8.36. | Penyimpanan struktur rangka fabrikasi                  | 426 |
| 8.37. | Syarat dan cara mengangkat struktur rangka             | 426 |
| 8.38. | Struktur jembatan kayu                                 | 427 |
| 8.39. | Struktur jembatan dengan kayu laminasi                 | 427 |
| 8.40. | Struktur pelengkung kayu                               | 428 |
|       |  |     |
| 9.1.  | Tipikal jembatan                                       | 429 |
| 9.2.  | Jembatan truss Warren                                  | 431 |
| 9.3.  | Pendukung gelagar jembatan                             | 432 |
| 9.4.  | Arah jembatan  | 433 |
| 9.5.  | Konsep desain jembatan Ruck-a-Chucky                   | 434 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 9.6.  | Jembatan gelagar baja                                   | 438 |
| 9.7.  | Jembatan gelagar datar                                  | 439 |
| 9.8.  | Perakitan potongan gelagar datar                        | 439 |
| 9.9.  | Pengaku web   | 440 |
| 9.10. | Prinsip balok tiered dan balok komposit                 | 441 |
| 9.11. | Potongan gelagar komposit                               | 441 |
| 9.12. | Tipe sambungan geser                                    | 442 |
| 9.13. | Gelagar grillage  | 443 |
| 9.14. | Jembatan Chidorinosawagawa                              | 443 |
| 9.15. | Gelagar kotak   | 444 |
| 9.16. | Tipikal potongan superstruktur jembatan beton bertulang | 445 |
| 9.17. | Potongan FHWA precast prestressed voided                | 447 |
| 9.18. | Potongan AASHTO balok I                                 | 447 |
| 9.19. | Caltrans precast standard "I" girder                    | 448 |
| 9.20. | Caltrans precast standard "Bulb-Tee" girder             | 448 |
| 9.21. | Potongan FHWA precast pretensioned box                  | 449 |
| 9.22. | Caltrans precast standard "bathtub" girder              | 450 |
| 9.23. | Jembatan California's Pine Valley                       | 451 |
| 9.24. | Detail jembatan California's Pine Valley                | 452 |
| 9.25. | Jembatan rangka batang (truss)                          | 453 |
| 9.26. | Berbagai tipe rangka batang (truss)                     | 453 |
| 9.27. | Titik sambung rangka batang                             | 454 |
| 9.28. | Jembatan Rahmen   | 455 |
| 9.29. | Jembatan $\pi$ - Rahmen                                 | 456 |
| 9.30. | Berbagai tipe jembatan pelengkung                       | 457 |
| 9.31. | Jembatan pelengkung Langer                              | 458 |
| 9.32. | Jembatan gantung  | 460 |
| 9.33. | Jembatan gantung bentang satu, tiga, dan banyak         | 461 |
| 9.34. | Jenis jembatan kabel tarik                              | 462 |
| 9.35. | Sub struktur jembatan pier dan bent                     | 463 |
| 9.36. | Standar kolom arsitektural Caltrans                     | 464 |
| 9.37. | Jenis-jenis abutmen                                     | 465 |
| 9.38. | Sistem lantai   | 466 |
| 9.39. | Penggunaan lapis aus untuk lantai jembatan              | 467 |
| 9.40. | Lantai dengan menggunakan kayu                          | 467 |
| 9.41. | Geladak komposit  | 468 |
| 9.42. | Geladak orthotropic                                     | 468 |
| 9.43. | Hubungan rasuk baja tipe I dan balok lantai             | 469 |
| 9.44. | Metode pendirian  | 470 |
| 9.45. | Jenis-jenis penahan (bearing)                           | 473 |
| 9.46. | Penahan Elastomeric                                     | 477 |
| 9.47. | Tipe sambungan ekspansi                                 | 475 |
| 9.48. | Pagar Terali  | 476 |

ISBN 978-979-060-147-5  
ISBN 978-979-060-148-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 18.810,00