

**TUGAS AKHIR**  
**TINJAUAN KEKUATAN STRUKTUR KOLOM, BALOK, DAN PELAT**  
**PADA PROYEK PEMBANGUNAN KLENTENG HO TEK CHENG SIN DI**  
**PAAL 4 MANADO**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi**

**Program Studi Diploma – IV**

**Pada Jurusan Teknik Sipil**

**Oleh :**

**SYUKRI. A. K. NUH**

**NIM. 12 012 043**

**Dosen Pembimbing**

**Fery Sondakh, ST., MT**  
**NIP. 19660907199003 1 001**

**Syanne Pangemanan, ST., M.Eng**  
**NIP. 19700103199702 2 001**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI PENDIDIKAN TINGGI**  
**POLITEKNIK NEGERI MANADO**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**TAHUN 2016**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perencanaan struktur merupakan unsur yang penting pada pembangunan suatu gedung agar dapat menghasilkan gedung yang kuat, aman dan ekonomis. Secara keseluruhan struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu struktur bagian atas yang berupa lantai, balok, dan kolom, dinding geser (dinding structural) dan atap sedangkan struktur bagian bawah berupa pondasi.

Daerah Sulawesi Utara umumnya dan Manado khususnya ada begitu banyak pembangunan yang berlangsung di berbagai tempat. Dalam proses pembangunan ini, diperlukan suatu perencanaan dan metode pelaksanaan yang baik guna tercapainya rencana yang dibuat. Pada pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin paal 4, menggunakan struktur beton bertulang.

Bangunan gedung milik Yayasan Hok Tek Cheng Sin, ini akan di bangun 3 lantai. Dalam penyusunan tugas akhir ini hanya akan membahas tentang tinjauan dimensi serta tulangan pada kolom, balok, dan pelat. Fungsi utama dari gedung ini adalah tempat ibadah. Struktur direncanakan menggunakan beton bertulang yang merupakan bahan konstruksi yang umum digunakan sebab memiliki sifat yang kuat, tahan lama, tahan api dan dapat dibentuk.

Struktur kolom, balok, dan pelat merupakan struktur kerangka bangunan maka dari itu sangat penting untuk memperhatikan segi keamanannya dengan merencanakan dimensi dan pemakaian tulangan yang aman dan ekonomis. Dari penjelasan diatas maka judul atau topik yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini yaitu “ Tinjauan Kekuatan Struktur Kolom, Balok, dan Pelat pada Proyek Pembangunan Klenteng Hok Tek Cheng Sin di Paal 4 Manado “

### **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Meninjau kekuatan kolom, balok, dan pelat dengan menggunakan program SAP.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

2. Mendapatkan dimensi dan tulangan kolom, balok dan pelat.

### **1.3 Pembatasan masalah**

Pembatasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini yaitu :

1. Peninjauan perhitungan kekuatan kolom, balok, dan pelat dengan menggunakan program SAP.
2. Peninjauan perhitungan dimensi dan tulangan kolom, balok dan pelat.

### **1.4 Metode Penulisan**

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini, antara lain :

1. Studi Literatur.  
Dengan cara mengumpulkan data dari buku – buku yang terkait.
2. Studi Lapangan  
Dengan cara mengumpulkan data – data pada lokasi.
3. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta pihak – pihak terkait dengan penyusunan tugas akhir.

### **1.5 Sistematika penulisan**

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas, dan menyeluruh tentang isi Tugas Akhir ini, maka dimuat dalam keempat bab yang urutannya dapat dilihat pada sistematika penulisan.

#### **BAB I        PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II        DASAR TEORI**

Pada bab ini menguraikan tentang ketentuan dan syarat-syarat teknis desain yang mengacu pada aturan standart pedoman dan manual yang ada di Indonesia.

#### **BAB III       PEMBAHASAN**

Pada bab ini menguraikan tentang pendesainan struktur bangunan gedung Klenteng Ho Tek Cheng Sin Paal 4

#### BAB IV      PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis tugas akhir mengenai perhitungan Pondasi dan Sloof pada pembangunan gedung Klenteng Ho Tek Cheng Sin Paal 4.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Struktur Bangunan.**

Struktur adalah bagian – bagian yang membentuk bangunan seperti pondasi sloof, kolom, ring balok, Pelat, kuda-kuda, dan atap. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing.

Struktur beton bertulang terdiri atas dua bahan bangunan yang saling mendukung yakni baja dan beton. Baja ialah material homogen yang terbentuk dari satu unsur sehingga properti mekaniknya dapat didefinisikan dengan jelas. Sedangkan pembuatan beton dari campuran semen, mortar, dan agregat batuan yang bersifat heterogen dengan properti mekanik bermacam-macam dan tidak bisa didefinisikan secara pasti.

Kegunaan lain dari struktur bangunan yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah. Perancangan struktur harus memastikan bahwa bagian-bagian sistem struktur ini sanggup mengizinkan atau menanggung gaya gravitasi dan beban bangunan, kemudian menyokong dan menyalurkannya ke tanah dengan aman.

##### **2.1.1. Struktur Atas (*Upper Structure*)**

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri dari kolom, pelat, dan balok. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

##### **2.1.2. Struktur Bawah (*Lower Structure*)**

Struktur bawah suatu gedung adalah pondasi, yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan

yang ada diatasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti tekanan angin gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan.

## **2.2. Elemen Struktur Atas**

Perencanaan awal elemen struktur direncanakan dengan asumsi berdasarkan kriteria minimum pada SK SNI T-15-1991-03, yang merupakan suatu perencanaan pendahuluan untuk menaksir atau memperkirakan dimensi dari struktur (balok, kolom dan pelat) sehingga didapat suatu dimensi yang optimal, tidak terlalu kuat juga tidak terlalu lemah (*over design and under design*).

### **A. Kolom.**

Kolom adalah elemen struktur yang menahan gaya aksial dan momen lentur. Pada prinsipnya kolom yaitu batang tekan vertikal dari rangka structural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban – beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi.

Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan. Pada umumnya kegagalan atau keruntuhan komponen tekan tidak diawali dengan tanda peringatan yang jelas, bersifat mendadak. Oleh karena itu, dalam merencanakan struktur kolom harus memperhitungkan secara cermat dengan memberikan cadangan kekuatan yang lebih tinggi daripada untuk komponen struktur lainnya. Selanjutnya, karena penggunaan di dalam praktik umumnya kolom tidak hanya bertugas menahan beban aksial vertikal, definisi kolom diperluas dengan mencakup juga tugas menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Atau dengan kata lain, kolom harus diperhitungkan untuk menyangga beban aksial tekan dengan eksentrisitas tertentu.

Kolom beton bertulang dikatakan kolom bersengkang persegi jika kolom mempunyai serangkaian sengkang persegi yang tertutup. Sengkang ini sangat efektif dalam meningkatkan

kekuatan kolom. Sengkang mencegah tulangan longitudinal bergerak selama pembangunan/konstruksi dan sengkang menahan kecenderungan tulangan longitudinal untuk menekuk ke arah luar akibat beban, yang dapat menyebabkan selimut beton bagian luar pecah dan gompal. Seperti halnya balok, kekuatan kolom dievaluasi berdasarkan prinsip – prinsip dasar sebagai berikut:

- 1) Distribusi regangannya linier di seluruh tebal kolom.
- 2) Tidak ada gelincir antara beton dengan tulangan baja (ini berarti regangan pada baja sama dengan regangan pada beton yang mengelilinginya).
- 3) Regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal (untuk perhitungan kekuatan) adalah 0,003.
- 4) Kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam perhitungan.

## **1. Fungsi kolom**

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom akan didistribusikan ke permukaan tanah dibawahnya.

## **2. Jenis – jenis kolom.**

Menurut Istimawan Dipohosudo, 1994 ada 3 jenis kolom beton bertulang yaitu:

1. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya.
2. Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi

kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.

3. Struktur kolom komposit, merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.

Untuk kolom pada bangunan sederhana kolom ada 2 jenis yaitu kolom utama dan kolom praktis :

1. Kolom utama.

Yang dimaksud dengan kolom utama adalah kolom yang fungsi utamanya menyanggah beban utama yang berada di atasnya. Untuk rumah tinggal disarankan jarak kolom utama adalah 3.5 m, agar dimensi balok untuk menompang lantai tidak begitu besar, dan apabila jarak antara kolom dibuat lebih dari 3.5 meter, maka struktur bangunan harus dihitung. Sedangkan dimensi kolom utama untuk bangunan rumah tinggal lantai 2 biasanya dipakai ukuran 20/20, dengan tulangan pokok 8d12mm, dan begel d 8-10cm ( 8 d 12 maksudnya jumlah besi beton diameter 12mm 8 buah, 8 – 10 cm maksudnya begel diameter 8 dengan jarak 10 cm).

2. Kolom Praktis.

Adalah kolom yang berfungsi membantu kolom utama dan juga sebagai pengikat dinding agar dinding stabil, jarak kolom maksimum 3,5 meter, atau pada pertemuan pasangan bata, (sudut-sudut). Dimensi kolom praktis 15/15 dengan tulangan beton 4 d 10 begel d 8-20.

## **B. Balok.**

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser. Balok beton adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser.

Menurut Prof Widodo beton memiliki sifat rangka yang terjadi pada beton yang dibebani secara tetap dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu pada balok beton dikenal istilah *short-term (immediate) deflection* dan *long-term deflection* yang membuat lendutan.

Lendutan adalah fungsi dari kekakuan yaitu perkalian antara modulus elastisitas beton  $E_c$  dengan inersia penampang  $I$ . lendutan itu harus dibatasi, karena berkaitan dengan kenyamanan dan seni dalam arsitektur. SNI beton 2013 dengan tegas menyebut dalam butir 9.5 terhadap Kontrol lendutan.

Perilaku keruntuhan yang dominan pada struktur balok pada umumnya adalah lentur, tentu saja itu akan terjadi jika resio bentang ( $L$ ) dan tinggi balok ( $h$ ) cukup besar. Jika rasionya kecil maka digolongkan sebagai balok tinggi (*deep beam*) keruntuhan geser dominan.

## **1. Fungsi Balok.**

Balok berfungsi sebagai pengikat kolom – kolom agar apabila terjadi pergerakan kolom – kolom tersebut tetap bersatu padu mempertahankan bentuk dan posisinya semula. Balok dibuat dengan bahan yang sama dengan kolomnya sehingga hubungan balok dan kolom bersifat kaku.

## **2. Jenis – jenis Balok.**

Beberapa jenis balok antara lain :

1. Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi,pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
2. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap
3. Balok teritisasi adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
4. Balok dengan ujung-ujung tetap ( dikaitkan kuat ) menahan translasi dan rotasi

5. Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teristisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
6. Balok kontinu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

Balok terbagi dalam beberapa macam yaitu :

1. Balok kayu Balok kayu menopang papan atau dek structural. Balok dapat ditopang oleh balok induk, tiang, atau dinding penopang beban.
2. Balok baja Balok baja menopang dek baja atau papan beton pracetak. Balok dapat ditopang oleh balok induk ( girder ), kolom, atau dinding penopang beban.
3. Balok beton Pelat beton yang dicor di tempat dikategorikan menurut bentangan dan bentuk cetakannya.

### **C. Pelat.**

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain. Yang dimaksud dengan pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada apabila struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horisontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

#### **1. Fungsi Pelat**

Pelat lantai secara umum mempunyai fungsi untuk :

1. Memisahkan bagian-bagian dari lantai (kamar-kamar) secara mendatar.
2. Memindahkan beban pada dinding
3. Mendukung dinding pisah yang tidak menerus ke bawah.

4. Menambah kemandapan (kekakuan) sebuah bangunan dengan membentuk satu kesatuan dengan dinding.
5. Mencegah perambatan gema suara
6. Meredam pantulan suara
7. Isolasi terhadap pertukaran temperature

Adapun syarat-syarat teknis dan ekonomis yang harus dipenuhi oleh lantai antara lain :

1. Lantai harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memikul beban kerja yang ada di atasnya.
2. Tumpuan pada dinding sedemikian rupa luas yang mendukung harus cukup besarnya
3. Lantai harus dijangkarkan pada dinding sedemikian rupa sehingga mencegah dinding melentur
4. Lantai harus mempunyai massa yang cukup untuk dapat meredam gema suara
5. Lantai harus mempunyai susunan yang cukup elastic untuk dapat menyerap pantulan suara.
6. Porositas lantai sekaligus harus memberikan isolasi yang baik terhadap hawa dingin dan hawa panas
7. Lantai harus memiliki kualitas yang baik dan harus dapat dipasang dengan cara yang cepat.
8. Lantai harus memerlukan suatu perawatan yang minimal saja.
9. Konstruksi lantai harus sedemikian rupa sehingga setelah umur pemakaian yang cukup panjang tidak kehilangan kekuatan.

## **2. Jenis – jenis Pelat**

### **a. Pelat beton bertulang.**

Beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi kekuatan tariknya relatif lebih rendah. Sedangkan baja adalah suatu material yang mempunyai kekuatan tarik yang sangat tinggi. Dengan mengkombinasikan beton dan baja sebagai bahan struktur maka tegangan tekan dipikulkan kepada beton sementara tegangan tarik dipikulkan kepada baja.

Yang dimaksud dengan pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada apabila struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horisontal,

sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur (seperti pada kasus balok).

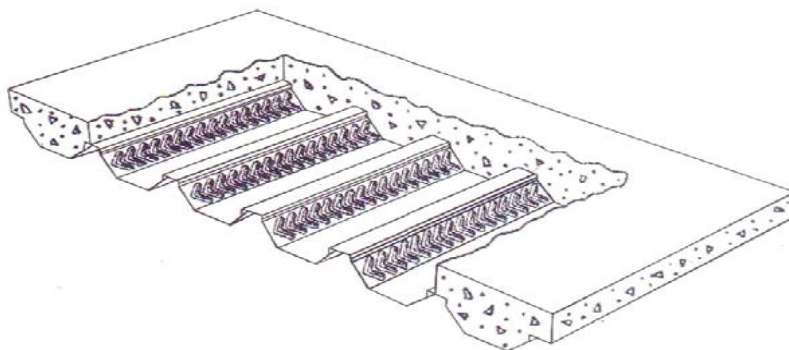
b. Pelat beton komposit.

Pelat-pelat lantai dan atap yang terdiri dari panel-panel lantai baja (*steeldeck panels*), yang berfungsi baik sebagai cetakan maupun sebagai tulangan bagi beton yang terletak di atasnya, telah banyak dipakai pada bangunan-bangunan yang rangka utamanya terdiri dari konstruksi baja atau konstruksi komposit. Pelat-pelat komposit seperti ini mempunyai beberapa keuntungan:

1. Lantai baja, yang dengan mudah dapat diletakkan di atas gelagar-gelagar baja, langsung dapat berfungsi sebagai suatu landasan kerja untuk menunjang beban-beban konstruksi dan sebagai cetakan untuk beton. Dengan demikian kebutuhan akan cetakan semetara dapat dihilangkan, ini berarti penghematan bagi biaya dan waktu pengerjaan konstruksi.
2. Lantai baja tersebut apabila dibentuk dengan baik sehingga dapat dipastikan terjadinya suatu ikatan yang kuat dengan beton, dapat berfungsi tetap sebagai tulangan utama dari pelat.
3. Apabila sebagian dari lantai tersebut dibuat lubang-lubang, maka lubang-lubang ini berfungsi sebagai saluran bagi kabel-kabel listrik dan telepon serta kabel-kabel komunikasi lainnya. Lubang-lubang lainnya pada lantai tersebut seringkali berfungsi sebagai saluran bagi alat pemanas atau alat pendingin ruangan.
4. Penyelidikan-penyelidikan yang dilakukan baru-baru ini menunjukkan bahwa pelat-pelat yang diberi tulangan lantai baja seperti ini dapat dibuat berperilaku secara komposit dengan penumpu girder-girder dan gelagar-gelagar lantai baja sama seperti perilaku dari pelat beton penuh.

Perencanaan pelat seperti ini dalam beberapa cara berbeda dengan perencanaan dari pelat lantai beton bertulang yang memakai tulangan yang bersirip permukaannya. Satu hal yang perlu dicatat ialah bahwa luas penampang dari lantai bajayang berfungsi sebagai tulangan ini didistribusikan pada sebagian dari tinggi pelat melalui suatu cara yang bergantung pada bentuk

dari lantai baja tersebut. Hal yang lebih penting lagi ialah kenyataan bahwa keberhasilannya lantai baja tersebut berfungsi sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya. Seperti juga halnya pada batang-tulangan yang berfungsi sebagai penulangan, biasanya bahan-bahan ikatan kimiawi saja tidak cukup untuk dapat menjamin terbentuknya lekatan yang kuat. Berdasarkan alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut dipakai berbagai alat yang dikenal dengan sebutan alat penyalur gaya geser. Pada kebanyakan kasus, alat-alat ini terdiri dari tonjolan-tonjolan yang mempunyai jarak antara yang dekat sekali, salah satu jenis alat ini diperlihatkan pada Gambar 1. Alat-alat ini bekerja dalam cara yang sama seperti fungsi dari batang bersirip dalam memperbesar kekuatan lekatnya. Disamping itu alat ini juga harus mampu melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal. Tonjolan – tonjolan pada Gambar II.5 dapat melakukan tugas ini dengan jalan dimiringkan ke arah horizontal, sehingga dapat memikul kedua gaya horizontal (ikatan) dan gaya - gaya vertikal (gaya yang berusaha memisahkan baja dan beton). Pada jenis lantai baja lainnya, pada bagian dari atas rusuk baja dalam arah transversal dengan jarak antara yang dekat sekali sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pada saat dibebani pelat mengalami keruntuhan lentur melalui suatu cara yang tidak banyak berbeda dibandingkan dengan keruntuhan lentur dari pelat ikatan antara lantai baja tersebut dengan beton. Keadaan ini dikenal sebagai keruntuhan lekatan geser, dan justru kekuatan lekat geser inilah yang menjadi suatu problem khusus dari pelat Gambar 1: Baja bergelombang / bondek rusuk-rusuk lantai tersebut dilas kawat suai pelat-pelat lantai dengan baja komposit ini akan pelat-pelat biasa, atau melalui hilangnya lekatan pelat-pelat komposit.



Gambar 2.1 baja bergelombang / bondek ( *steel deck panels* )

### 2.3. Perencanaan Elemen Struktur

Perencanaan awal elemen struktur direncanakan dengan asumsi berdasarkan kriteria minimum pada SK SNI T-15-1991-03, yang merupakan suatu perencanaan pendahuluan untuk menaksir atau memperkirakan dimensi dari struktur (balok, kolom dan pelat) sehingga didapat suatu dimensi yang imajal, tidak terlalu kuat juga tidak terlalu lemah (*over design and under design*).

#### A. Perencanaan balok

Syarat dimensi awal balok harus memenuhi ketentuan pada “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung” Tabel 3.2.5 (a) dan Pasal; 3.14.3 Ayat 1.

Syarat minimum :

$$h_{min} = \frac{L}{18.5} \text{ untuk balok dengan satu ujung menerus} \quad (1)$$

$$b_{min} = 250 \text{ mm dan } \frac{b}{h} \geq 0,3 \quad (2)$$

Dimana :

b = lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok

L = panjang bentang balok, diukur dari pusat ke pusat (mm)

Pers. (2.1) dan (2.2) berlaku untuk mutu baja dengan  $f_y = 400$  MPa. Untuk  $f_y$  selain 400 MPa, nilainya harus dikalikan dengan  $\left(0,4 + \frac{f_y}{700}\right)$

Setelah proses *preliminary design* balok selesai, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai dibawah ini berdasarkan hasil  $M_u$  (momen negatif max. di tumpuan) hasil *output* gaya-gaya dalam ETABS, yang kemudian akan menghasilkan dimensi tulangan pada balok di tumpuan dan lapangan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, nilai-nilai yang harus ditentukan untuk mendapatkan dimensi tulangan tersebut adalah sebagai berikut:

- Menentukan  $M_u$  (momen negatif max. di tumpuan)
- Menentukan  $\rho_{balance}$

$$\rho_{balance} (\rho_b) = \beta_1 \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (3)$$

- Menentukan  $\rho_{min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (4)$$

- Menentukan  $\rho_{\max}$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \quad (5)$$

- Menentukan nilai  $M_n$  perlu

$$M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\phi} \quad (6)$$

- Menentukan  $R_n$

$$R_n = \frac{M_n \text{ perlu}}{b \times d^2} \quad (7)$$

- Menentukan  $m$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \quad (8)$$

- Menentukan  $\rho_{\text{perlu}}$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (9)$$

- Menentukan  $A_s$  perlu

$$A_s = \rho \times b \times d \quad (10)$$

- Menentukan jumlah tulangan  $n$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4\pi} \times D_{\text{tul}}^2} \quad (11)$$

- Menentukan  $A_s$  ada

$$A_s \text{ ada} = 4 \times \frac{1}{4\pi} \times D_{\text{tul}}^2 \quad (12)$$

- Menentukan nilai  $a$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times B} \quad (13)$$

- Menentukan  $M_n$  ada

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \times (d - a/2) \quad (14)$$

Catatan: syarat  $M_n > M_n$   $\longrightarrow$  Memenuhi syarat !!!

## B. Perencanaan kolom

Menurut Sudarmoko (1996), kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur.

Kolom berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan beban bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin.

Kolom harus di rencanakan untuk memikul beban aksial berfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban berfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang di tinjau. Untuk konstruksi rangka atau struktur menerus, pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar ataupun dalam harus di perhitungkan. Kolom bertulang hampir selalu mengalami lentur, selain juga gaya aksial, sebagai akibat kondisi pembebanan dan hubungan dengan elemen struktur lain.

Elemen struktur kolom mempunyai nilai perbandingan antara panjangnya dengan dimensi penampang melintang relatif kecil di sebut kolom pendek dan kegagalannya di tentukan oleh tekuk. Dalam perhitungan momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom dapat di anggap terjepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu dengan komponen struktur lainnya. Momen yang bekerja di setiap level lantai atau atap harus di pada kolom atas dan di bawah berdasarkan kekakuan relatif kolom.

Perbandingan  $b/h$  dari kolom tidak  $<$  dari 0,4 dan dimensi minimumnya  $= 300$  mm. diameter tulangan yang di gunakan pada kolom harus  $> 12$  mm. diameter minimum sengkang untuk kolom harus 8mm. lusan tulangan minimum untuk beban  $= 1\%$  dari luas penampang dan luas tulangan maksimumnya  $= 6\%$ .

Semua dimensi kolom berbentuk bujur sangkar dengan lebar minimal sama dengan lebar balok yang di tumpuhnya, dan harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*” pasal 3.14.4 ayat 1.  $b_{min} = 300$ mm, dimana

$$\frac{b}{h} \geq 0,4 \text{ dan } \frac{L}{b} \leq 16 \quad (15)$$

dimana :

b = dimensi penampang terpendek (mm)

h = dimensi penampang yang tegak lurus penampang terpendek (mm)

L = tinggi kolom (mm)

Langkah selanjutnya adalah menentukan rencana tulangan kolom dengan menggunakan kurva diagram interaksi, sebagai berikut:

- Menentukan luas penampang bruto kolom (Agr).

$$Agr = b \times h \quad (16)$$

- Menentukan nilai sumbu vertikal.

$$\frac{P_u}{\phi \times Agr \times 0,85 \times f'_c} \quad (17)$$

dimana:  $P_u$  adalah beban aksial kolom

- Menentukan nilai sumbu horisontal.

$$\frac{P_u}{\phi \times Agr \times 0,85 \times f'_c} \times \frac{e_t}{h} \quad (18)$$

- Menentukan nilai  $d'/h$
- Plot nilai sumbu vertikal dan sumbu horizontal sehingga didapatkan nilai r.
- Tentukan nilai presentase tulangan ( $\rho$ ) dengan  $\rho = r \times \beta$  (nilai  $\beta$  tergantung dari mutu beton  $f'_c$ . Untuk  $f'_c$  30 MPa  $\beta = 1,2$ ).

(19)

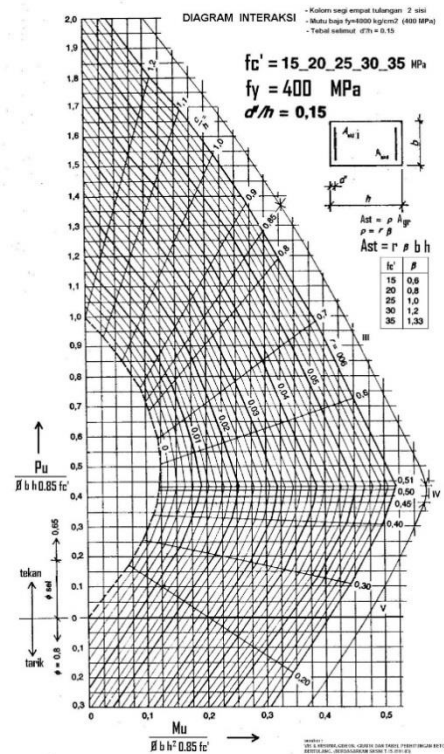
- Pembatasan rasio tulangan, dimana:

$$\rho_{maks} = 0,06 Agr \quad (20)$$

$$\rho_{min} = 0,01 Agr$$

- Menentukan luas tulangan ( $A_s$ ).

$$A_s = \rho_{desain} \times Agr \quad (21)$$



Gambar 2.2 Grafik Interaksi Kolom

Sumber : <http://2.bp.blogspot.com/->

### C. Perencanaan pelat

Tebal pelat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan pada “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung” Pasal 3.2.5 Ayat 3.

1. Menentukan  $l_{n1}, l_{n2}, \beta, h_{maks}, h_{min}$

$l_{n1}$  = bentang bersih terpanjang, diukur dari muka kolom dan atau balok

$l_{n2}$  = bentang bersih terpendek, diukur dari muka kolom dan atau balok

$$\beta = \frac{l_{n1}}{l_{n2}} \quad (22)$$

$$h_{min} = l_{n1} \frac{(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} \quad (23)$$

$$h_{maks} = l_{n1} \frac{(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \quad (24)$$

Dimana :

$\beta$  = rasio panjang bentang tepanjang dengan panjang bentang terpendek

$f_y$  = tegangan leleh baja (MPa)

$h$  = tebal pelat (mm)

- Menentukan jarak titik berat, inersia balok dan inersia pelat

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times y_i)}{\sum A} \quad (25)$$

$$I_b = \left( \frac{1}{2} \times b \times h_b^3 \right) + (A \times d^2) \quad (26)$$

$$I_p = \frac{1}{2} \times L \times h_p^3 \quad (27)$$

Dimana :

$\bar{y}$  = jarak titik berat penampang (mm)

$A$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

$y$  = jarak titik berat penampang keserat terluar (mm)

$I_b$  = momen inersia balok (mm<sup>4</sup>)

$I_p$  = momen inersia plat (mm<sup>4</sup>)

$b$  = lebar penampang balok (mm)

$h_b$  = tinggi penampang balok (mm)

$h_p$  = tinggi penampang pelat (mm)

$L$  = lebar pelat, dari pusat ke pusat (mm)

$d$  = jarak titik berat penampang ke titik beratnya (mm)

- Menentukan  $\alpha_m$

$$\alpha_i = \frac{I_{bi}}{I_{pi}} \quad (28)$$

$$\alpha_m = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{E_{bi} \times I_{bi}}{E_{pi} \times I_{pi}} \right)}{4} \quad (29)$$

Dimana :

$\alpha_i$  = rasio kekakuan lentur balok terhadap kekuatan lentur pelat

$\alpha_m$  = harga rata-rata dari perbandingan kekakuan lentur balok terhadap kekakuan lentur pelat pada keempat sisinya, dengan syarat tebal minimum pelat :

$I_{bi}, I_{pi}$  = momen inersia balok dan pelat yang ditinjau ( $\text{mm}^4$ )

$E_{bi}, E_{pi}$  = modulus elastisitas beton =  $4700 \sqrt{f'c}$

4. Control terhadap tebal minimum

Tebal pelat yang digunakan harus lebih dari :

$$h \geq \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \left[ \alpha_m - 0,12 \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \quad (30)$$

## 2.4 Pembebanan.

a. Beban Mati.

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut (PPPURG, 1987). Adapun beban mati yang digunakan adalah sebagai berikut:

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Berat jenis beton                    | = 2400 Kg/m <sup>3</sup> |
| Dinding pasangan setengah bata merah | = 250 Kg/m <sup>2</sup>  |
| Spesi lantai keramik                 | = 2100 Kg/m <sup>3</sup> |
| Penutup lantai keramik               | = 2400 Kg/m <sup>3</sup> |
| Plafond + penggantung                | = 18 Kg/m <sup>2</sup>   |

b. Beban Hidup.

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan termasuk beban akibat air hujan pada atap (PPPURG, 1987). Adapun beban mati yang digunakan adalah sebagai berikut:

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Beban hidup lantai | = 250 Kg/m <sup>2</sup> |
| Beban hidup atap   | = 100 Kg/m <sup>2</sup> |
| Beban hujan        | = 40 Kg/m               |

#### 2.4.1 kombinasi pembebanan

Berdasarkan SK SNI-03-2847-2002 dikatakan pada ketentuan umum pasal 11.1.1 bahwa struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini. Pasal 11.1.2 mengatakan bahwa komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tata cara ini untuk menjamin tercapainya perilaku struktur yang cukup baik pada tingkat beban kerja. Beban yang bekerja pada struktur harus dikalikan dengan beberapa faktor beban sebagai berikut:

1. Kuat perlu (SK SNI-03-2847-2002, *hal.* 59 pasal 11.2.1).

Kuat perlu  $U$  untuk menahan beban mati  $D$  paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,4 D \quad (31)$$

Kuat perlu  $U$  untuk menahan beban mati  $D$ , beban hidup  $L$  dan juga beban atap  $A$  atau beban hujan  $R$ , paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (32)$$

2. (SK SNI-03-2847-2002, *hal.* 59 pasal 11.2.2) bila ketahanan struktur terhadap beban angin  $W$  harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban  $D$ ,  $L$  dan  $W$  berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai  $U$  yang terbesar, yaitu:

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (33)$$

Kombinasi beban juga harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup  $L$  yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu:

$$U = 0,9 D \pm 1,6 W \quad (34)$$

3. Kombinasi pembebanan sementara akibat gempa.

$$U = 1,2 D + 0,5 L \pm 1,0 (I/R) E \quad (35)$$

dimana :

$D$  = Beban Mati  
 $L$  = Beban Hidup

- E = Beban Gempa  
I = Faktor Keutamaan Struktur

## 2.4.2 Faktor Reduksi Kekuatan ( $\phi$ )

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan pada komponen struktur dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan  $\phi$  yang nilainya ditentukan menurut pasal 11.3 (SK SNI-03-2847-2002). Nilai ketentuan tersebut adalah sebagai berikut:

- A. Struktur lentur tanpa beban aksial (misalnya: balok),  $\phi = 0,80$ .
- B. Beban aksial dan beban aksial dengan lentur:
  - a. Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur,  $\phi = 0,80$ .
  - b. Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur:
    - Komponen struktur dengan tulangan spiral atau sengkang ikat,  
 $\phi = 0,70$ .
    - Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa,  
 $\phi = 0,60$ .
  - c. Geser dan torsi,  $\phi = 0,75$ .
  - d. Tumpuan pada beton,  $\phi = 0,65$

## 2.5 SAP

Model geometri pada SAP 2000 versi 14 terbagi menjadi dua jenis, yaitu template dan koordinat. Model geometri template digunakan apabila semua jarak adalah sama untuk sumbu X dan sumbu Z, sedangkan model geometri koordinat digunakan apabila jarak tidak sama baik dalam arah X maupun arah Z.

### 2.5.1 Langkah Program SAP 2000 Versi 14

#### A. Pemodelan Struktur

Model geometri pada SAP 2000 versi 14 terbagi menjadi dua jenis, yaitu template dan koordinat. Model geometri template digunakan apabila semua jarak adalah sama untuk

sumbu X dan sumbu Z, sedangkan model geometri koordinat digunakan apabila jarak tidak sama baik dalam arah X maupun arah Z.

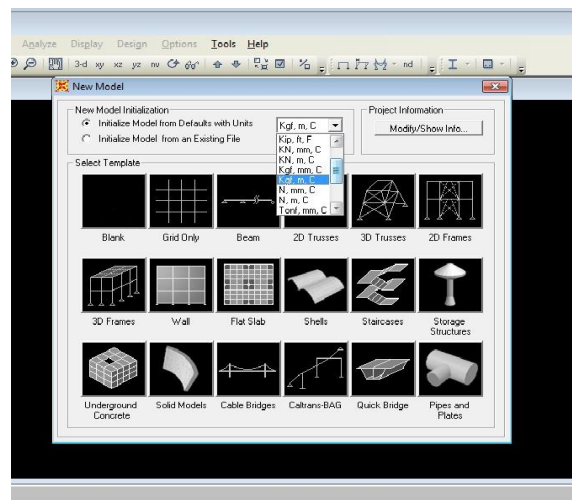
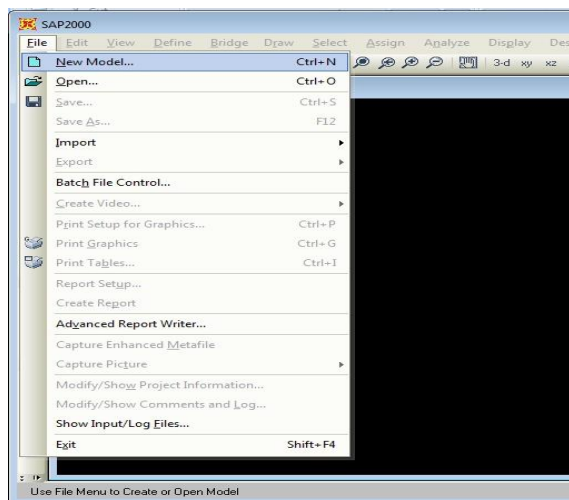
## 1. Model template Koordinat.

1. Jalankan aplikasi SAP 2000 versi 14
2. Pilih menu **File** → **New Model...**
3. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog **New Model**
4. Kemudian pilih **3D Frames**
5. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog **3D Frames**
6. **Number of Stories** diartikan jumlah dari tingkat suatu frame
7. **Number of Bays** diartikan jumlah dari bentang suatu frame
8. **Story of Height** diartikan tinggi tiap tingkat dari suatu frame
9. **Bay Width** diartikan lebar bentang dari suatu frame
10. Klik **Ok**
11. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000 versi 14

## 2. Model Geometri Koordinat

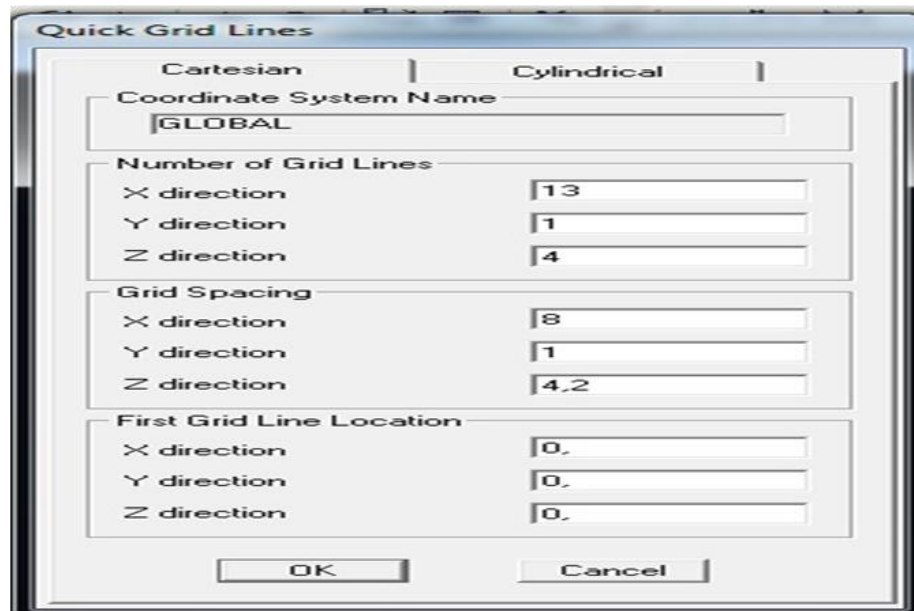
Model geometri koordinat dipakai apabila salah satu sumbu saja yang memiliki ukuran tidak sama. Hal itu dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Jalankan aplikasi SAP 2000 versi 14
2. Pilih menu **File** → **New Model...**



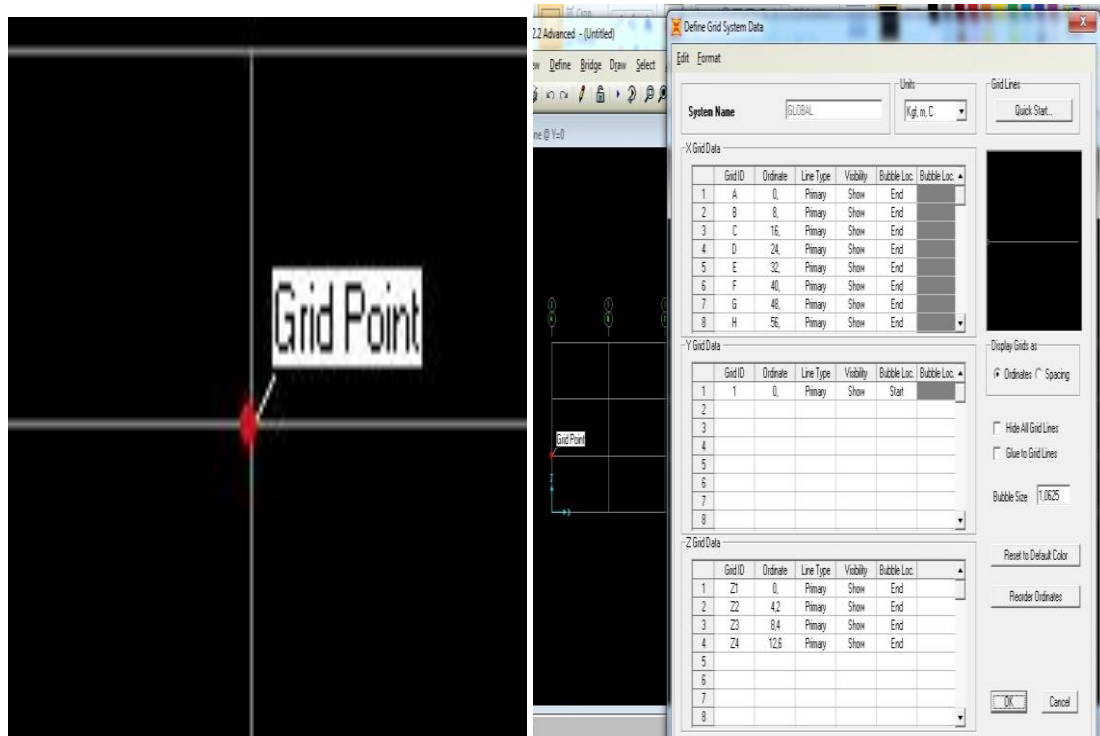
Gambar 2.3 New model geometri koordinat

3. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog **New Model**
4. Pilih **Grid Only**
5. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog **Quick Grid Lines**



Gambar 2.4 Quick Grid Lines

6. **X direction** diartikan jumlah panjang dari arah sumbu X dari suatu frame
7. **Z direction** diartikan jumlah panjang dari arah sumbu Z dari suatu frame
8. Sedangkan untuk **Y direction** tidak perlu diisi karena sumbu yang aktif pada SAP 2000 versi 14 adalah XZ
9. Klik **Ok**
10. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000 versi 14
11. Tutup jendela **3-D View** dan perbesar jendela **X-Y Plane**
12. Klik ikon **XZ** pada toolbar untuk mengubah tampilan sumbu X-Y menjadi tampilan sumbu X-Z
13. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000 versi 14 dengan **X-Z Plane**
15. jika jarak antara bentang ada yang berbeda – beda maka



Gambar 2.5 Define Grid System DataGrid

14. Setelah mengetahui batas-batas gambar, mulailah menggambar yang dimulai dengan pembuatan kolom-kolomnya kemudian baru balok-baloknya.
15. Pilih menu **Draw** → **Draw Frame/Cable /Tendon**
16. Gambarlah dari titik ke titik dengan cara mengklik tiap titik yang dilewati sehingga akhir dari gambar tersebut.
17. Untuk meggambar plat, lakukan langkah berikut :
  1. Pilih menu **Draw** > **Draw Poly area**, untuk menggambar plat dari joint-joint
  2. Pilih menu **Draw** > **Draw Rectangular Area**, untuk menggambar dengan bentuk persegi/persegi panjang.
  3. Pilih menu **Draw** > **Quick Draw area**, untuk menggambar cepat dengan menklik didalam area plat.

## B. Memberikan Label Batang Pada Titik

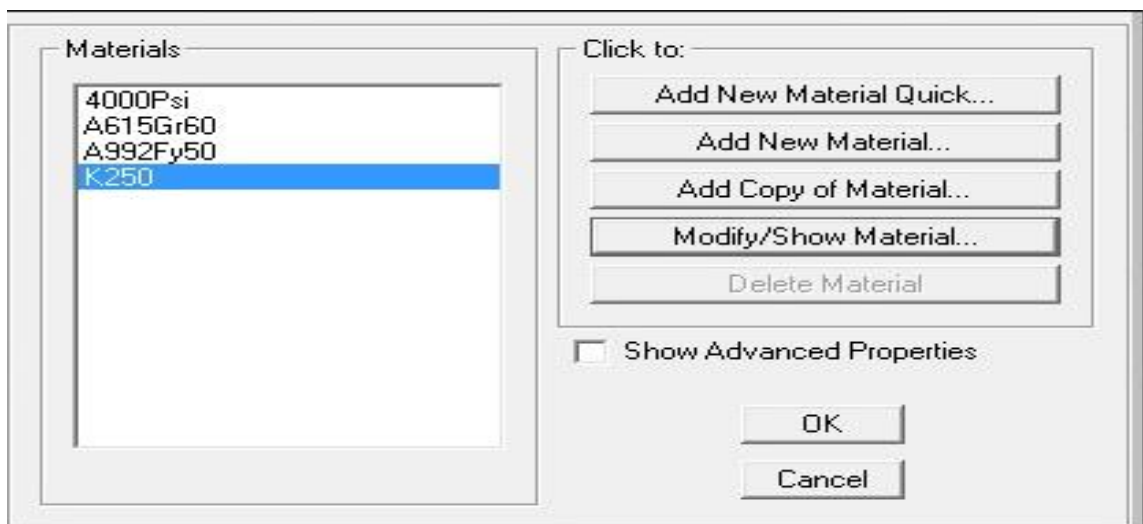
Pada setiap gambar struktur terdiri dari batang dan titik. Untuk mempermudah proses identifikasi gaya – gaya yang bekerja pada setiap elemen struktur maka setiap batang dan titik diberi nomor urut. Untuk memberikan label pada elemen struktur dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Pilih meni **View > Set Display Options**
2. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog **Display Options for Active Window**
3. Aktifkan kotak periksa **Labels** pada kelompok **Joints dan Frames / Cables / Tendons**
4. Klik **Ok**
5. Selanjutnya struktur akan diberi nomor titik dan nomor batang

## C. Input data material

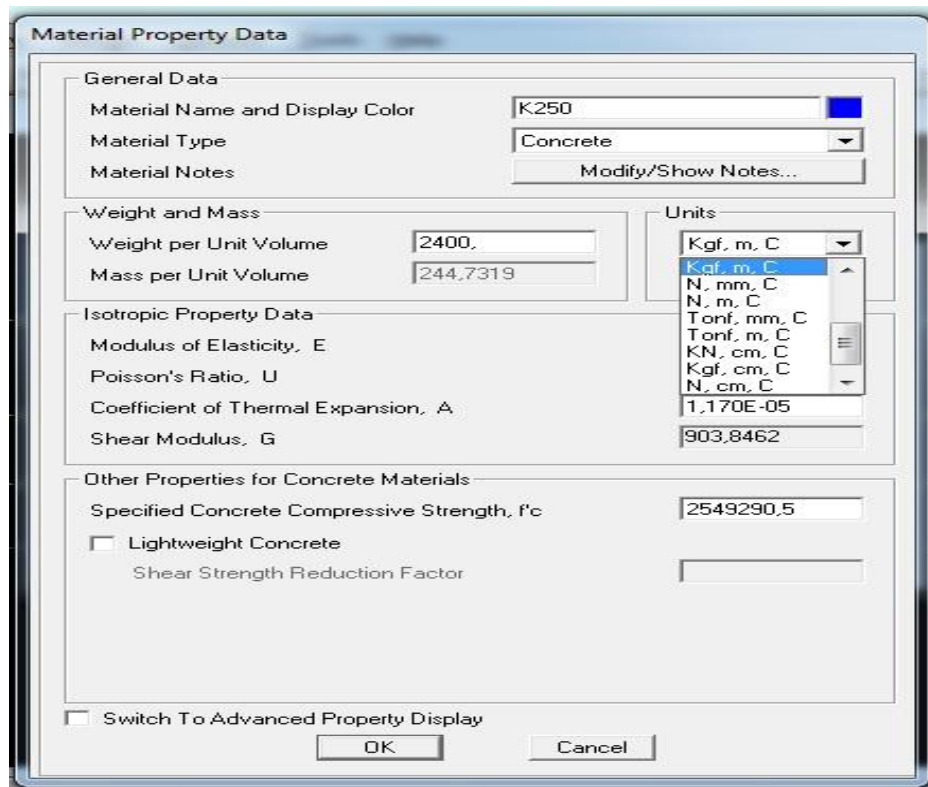
Pada proses ini, masukan data-data material untuk beton atau material baja atau material lain sesuai perencanaan. Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih menu **Define > Materials....**
2. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog **Define Materials**
3. Pilih salah satu pilihan untuk menentukan material baik beton atau baja
4. Biasanya dalam SAP sudah ada pilihan untuk beton dan baja
5. Klik add new material jika belum ada pilihan
6. Klik **Modify/show material** jika sudah ada pilihan di dalam



Gambar 2.6. Kotak Define Material

7. Selanjutnya akan muncul Kotak dialog **Material Property data**.
8. Kemudian masukan data-data material
9. Lakukan langkah yang sama untuk menentukan material yang lain
10. Klik oke.



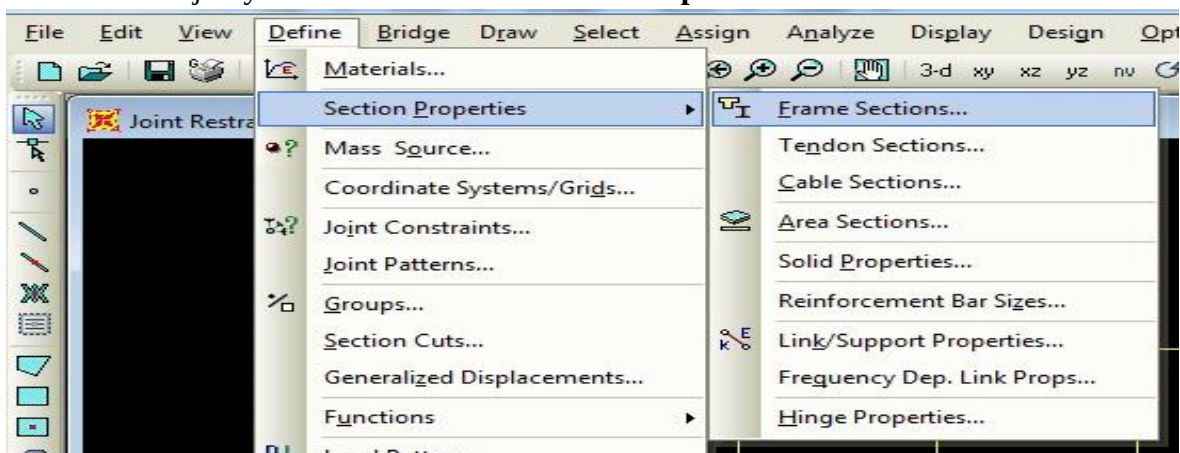
Gambar 2.7. Kotak Material Property data

#### D. Input data dimensi elemen balok, kolom dan plat

Proses ini yaitu untuk menentukan dimensi kolom dan juga balok pada struktur.

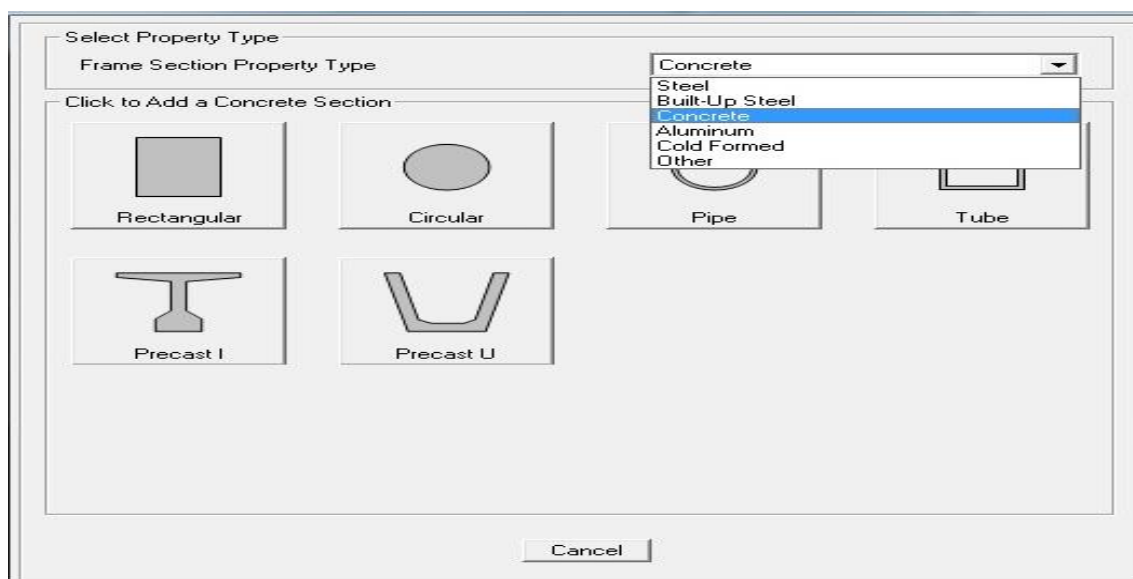
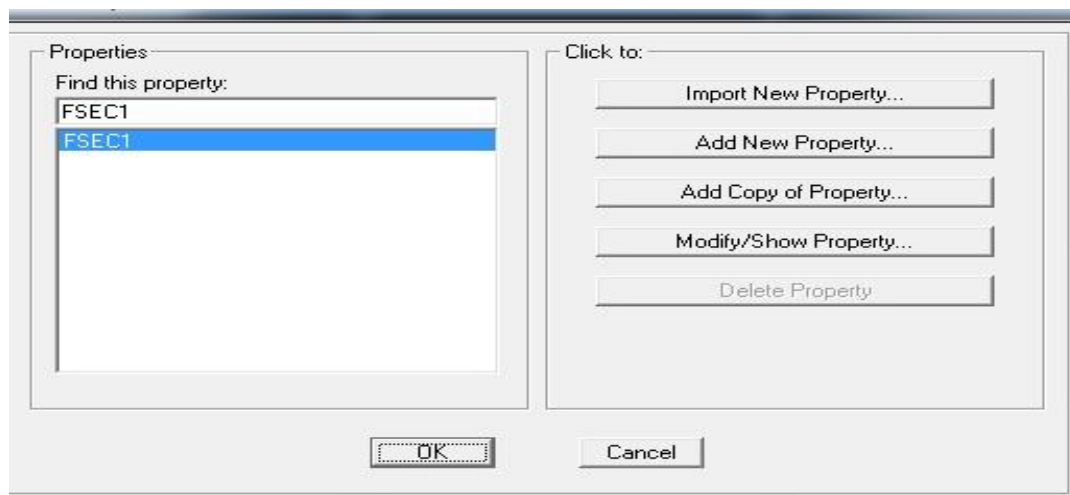
Untuk kolom, Langkah-langkahnya sebagai strukturi berikut:

1. Klik **Define > Section properties > Frame Section**
2. Selanjutnya akan muncul kotak **Frame Properties**



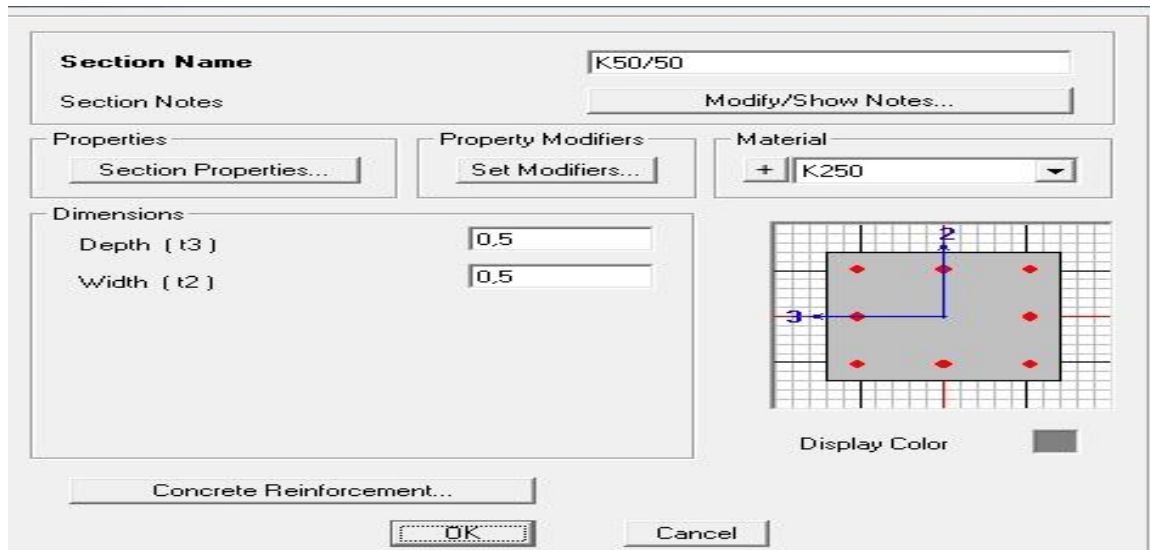
Gambar 2.8 kotak frame section

3. Klik **add new property...**> pilih material **concrete** untuk beton dan bentuk **Rectangular** sesuai data



Gambar 2.9 kotak frame section

4. kemudian akan muncul tampilan **Rectangular section** > dilanjutkan dengan pengisian data untuk nama material, ukuran lebar dan tinggi penampang



Gambar 2.10 Kotak Rectangular Section

5. Klik **concrete Reinforcement**
6. Pada Kelompok **Design Type**, pilih tombol **Column**.
7. Kelompok **Reinforcement Configuration**, pilih tombol **Rectangular**.
8. Kelompok **Longitudinal Bars - Rectangular Configuration**, Tentukan Selimut beton pada kotak **Clear Cover to Confinement**.

**Reinforcement Data**

Rebar Material

Longitudinal Bars  A615Gr60

Confinement Bars (Ties)  A615Gr60

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars

Number of Longit Bars Along 3-dir Face

Number of Longit Bars Along 2-dir Face

Longitudinal Bar Size  #9

Confinement Bars

Confinement Bar Size  #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars

Number of Confinement Bars in 3-dir

Number of Confinement Bars in 2-dir

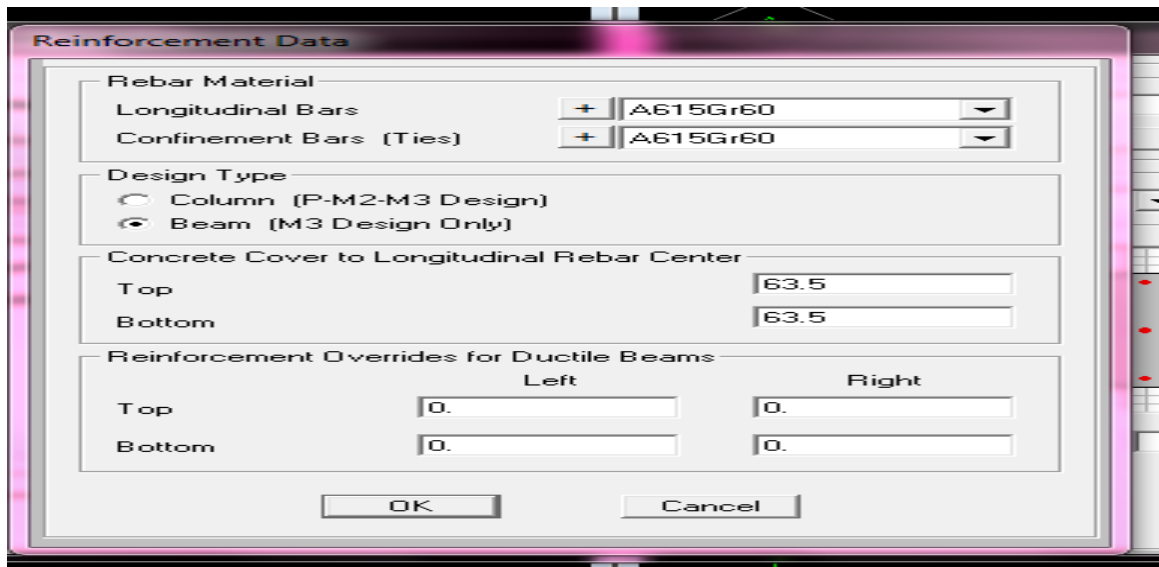
Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

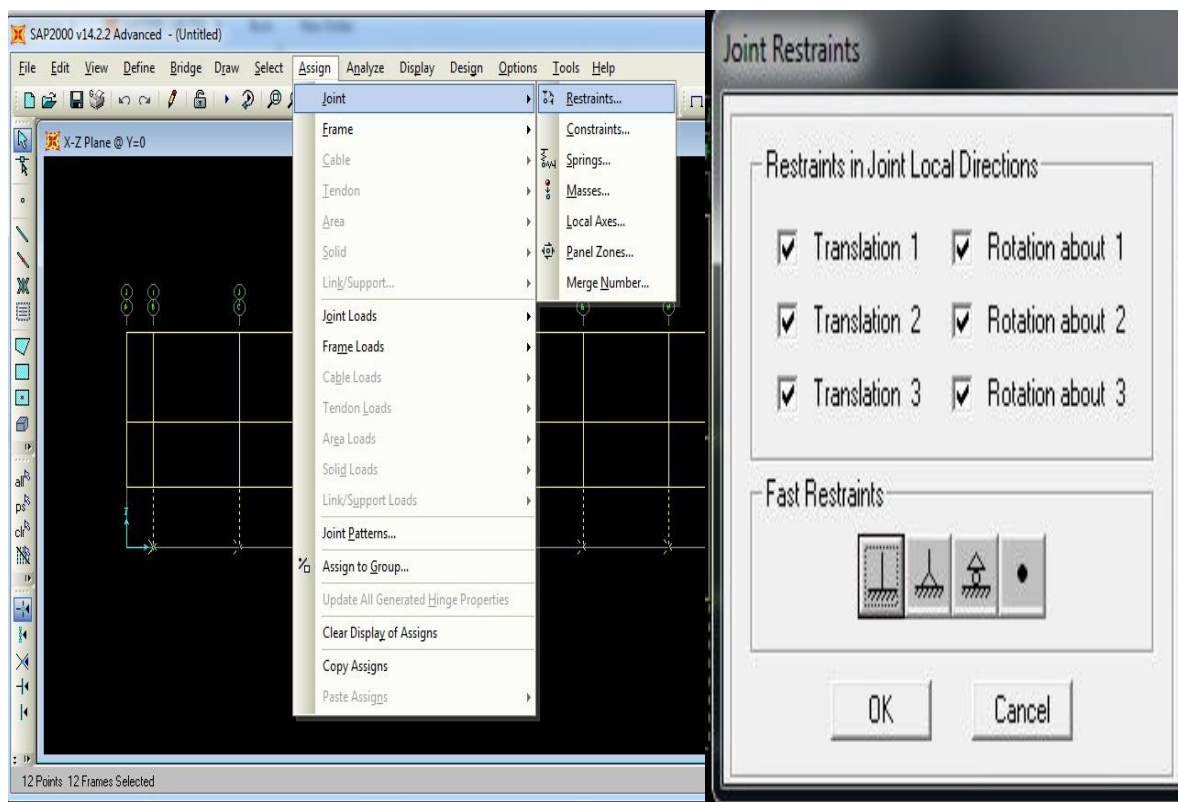
Gambar 2.11 Kotak Reinforcement Data untuk kolom

9. Setelah selesai, klik Kli oke 2 kali.
10. Untuk penampang balok lakukan langkah No 1 sampai No 5
11. Pada Kelompok **Design Type**, pilih tombol **Beam**.



Gambar 2.12 Kotak Reinforcement Data untuk balok

12. Tentukan Selimut beton pada kotak **Clear Cover to Longitudinal Rebar Centre**.
13. Setelah selesai, klik Kli oke 2 kali.
14. Menentukan tumpuan.

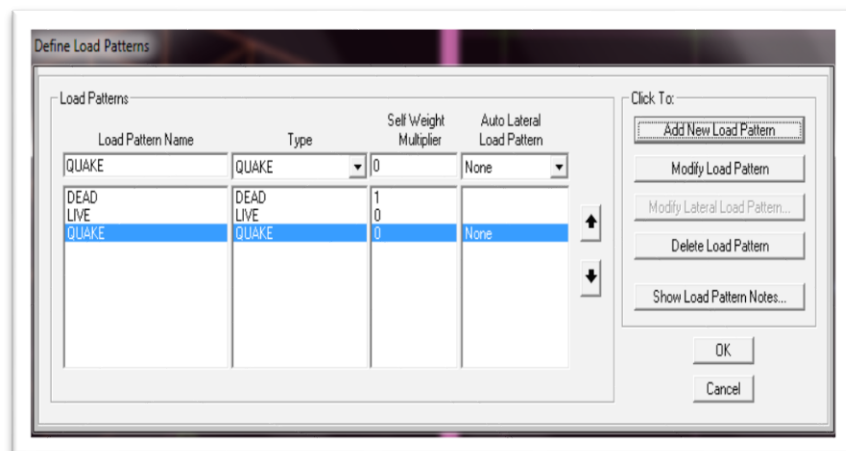


Gambar 2.13 menentukan Tumpuan

## E. Input Data-Data Beban

Beban yang ada pada SAP semuanya berdasarkan pada teori-teori yang ada, diantaranya, beban mati (DL), beban Hidup (LL) beban angin, beban salju dan beban gempa (QL). Berikut adalah langkah-langkah memasukan data beban:

1. Klik menu **Define > load patterns**
2. Kemudian akan muncul kotak dialog **Define Load Patterns**
3. Kemudian klik beban yang sudah tersedia pada kolom Type, untuk beban mati klik **DEAD**, untuk beban Hidup klik **LIVE**, untuk beban gempa klik **QUAKE**.
4. Berikan nama untuk setiap beban pada kolom **Load Patterns Name**.
5. Klik **Add/New Load Patterns** untuk menambahkan beban
6. Untuk bagian beban mati, Pada kelompok **Self Weight Multiplier** ketik angka 1 yang lainnya 0, dikarenakan SAP akan menghitung berat beban mati yang ada pada elemen-elemen struktur.
7. Klik oke.



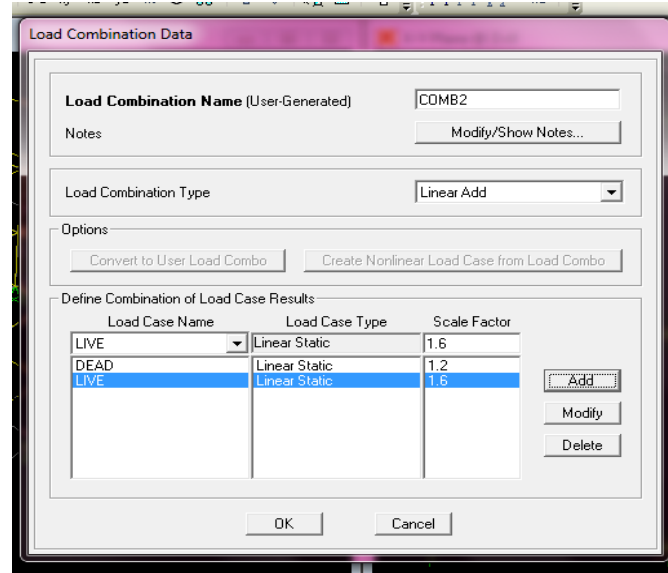
Gambar 2.14 Kotak Define Load Patterns

## F. Input Kombinasi Beban

SAP dalam hal ini akan mengkombinasikan beban antara beban mati, beban hidup dan beban Gempa sesuai perencanaan, laangkah-langkanya sebagai berikut:

1. Klik menu **Define > Load Combination**.
2. Klik **Add/New Combination**.

3. Kemudian akan muncul kotak Load Combination Data.
4. Pada kotak Load Combination Data, berikan nama pada kelompok **Load Combination name**.



Gambar 2.15 Kotak Load Combination Data

5. Contoh untuk beban COMB2, Klik Load Case Name untuk beban mati (DEAD) Pada kelompok **Define Combination Of Load Case Result** dan **Scale factor** 1.2 kemudian klik Add.
6. Klik kembali beban Hidup (LIVE) dan **Scale Factor** 1.6
7. Klik Oke.

Untuk proses selanjutnya adalah memasang data-data yang sudah dilakukan dikarenakan data-data tersebut bisa dikatakan belum terpasang dalam elemen-elemen struktur. Langkah-langkahnya sebagai berikut

#### G. Input Data-Data Elemen Struktur Kolom, Balok dan Plat

Untuk kolom, Berikut adalah langkah-langkah Memasang data-data yang sudah ada ke elemen-elemen Struktur diantaranya:

1. Klik objek/batang untuk kolom
2. Klik menu Assign > Frame > Frame Sections....

3. Kemudian akan muncul kotak Frame Properties.
4. Klik data kolom yang akan dipasang pada objek.
5. Klik Oke.

Untuk Balok dan plat, lakukan kembali langkah-langkah seperti diatas dengan memilih data balok dan kemudian klik Oke.

## H. Runing Analysis

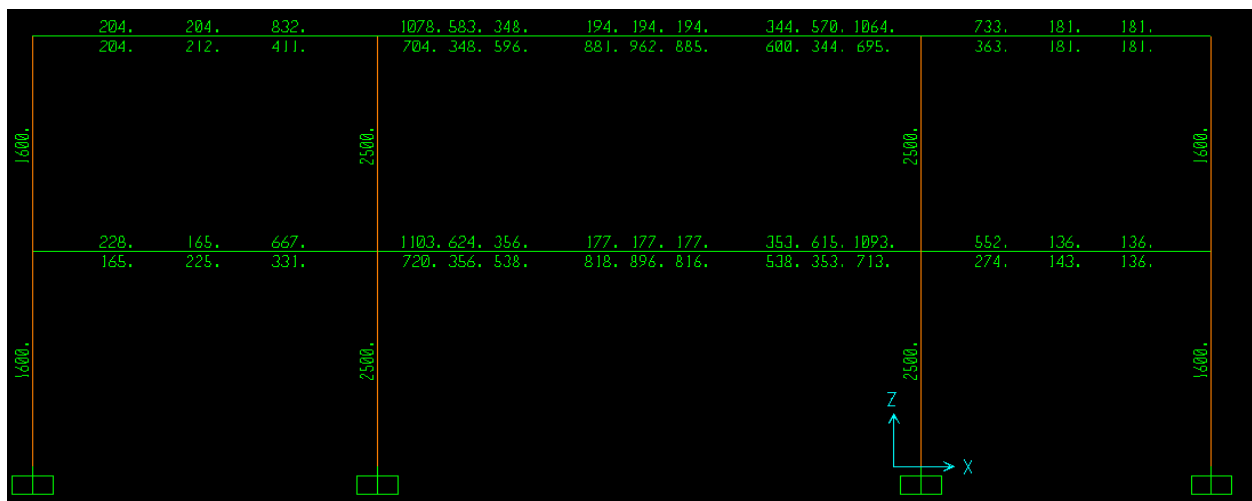
Running analysis adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk menganalisis gaya-gaya yang terjadi dalam struktur. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Klik menu **Analyze** > Set analyze option...
2. Kemudian akan muncul kotak Analysis Option.
3. Kelik pilihan analisis untuk 2d atau 3d pada kelompok pada Fast DOFs
4. Klik **Oke**, diteruskan dengan tekan **F5**

## I. Mengecek kebutuhan Tulangan struktur

Pada tahap ini, SAP akan mengeluarkan Luas Tulangan yang diperlukan baik itu kolom atau Balok. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Klik menu **Design** > **Concerete Frame Design**.
2. Klik Start **Design/Check Structure**.
3. Kemudian SAP akan menampilkan Nilai-nilai disekitar Batang-batang elemen struktur yang disebut As/ Luas tulangan yang diperlukan.



Gambar 2.16 Tampilan As pada elemen struktur

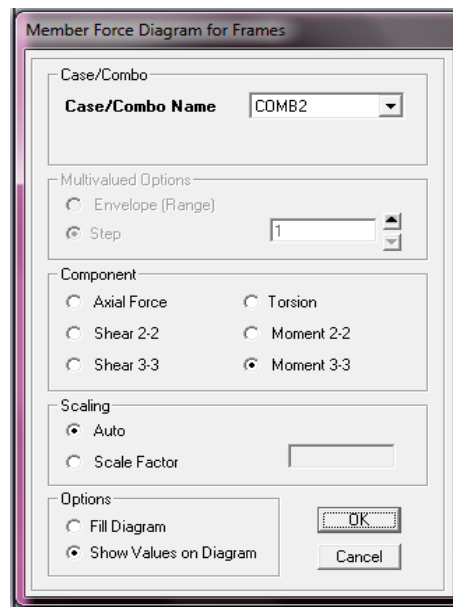
## J. Output Data

Pada proses ini SAP akan mengeluarkan data-data yang diperlukan untuk perencanaan contohnya, Beban maksimum (Pu), Momen maksimum (Mu) ataupun Gaya geser maksimum (Vu). Adapun SAP mengeluarkan data-data tersebut dengan berupa tampilan-tampilan, Diagram, dan dalam bentuk tabel.

### 1) Menamipkan Gaya-Gaya Dalam

Setelah hasil proses perhitungan selesai, maka SAP akan memberikan hasil berupa momen, lintang dan normal untuk setiap jenis beban. Untuk menampilkan masing-masing gaya dalam struktur, langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Klik meu **Display > Show Forces/stresses > Frame/Cables**,
2. Selanjutnya akan muncul kotak dialog **Members Forces Diagram For Frame**



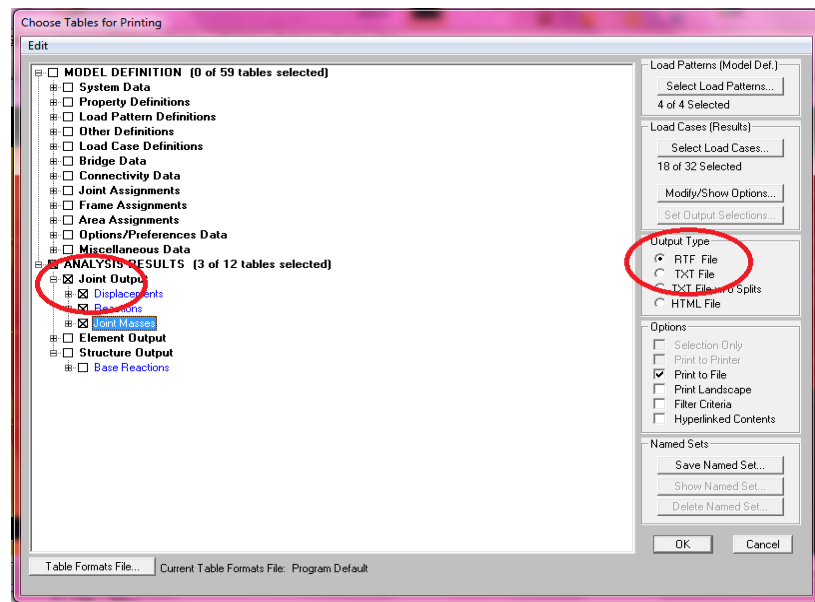
Gambar 2.17 kotak dialog Members Forces Diagram For Frame.

3. Pada kelompok **Case/Combo**, ganti beban kombinasi sesuai yang diinginkan.
4. Pada kelompok **component**, ganti sesuai kebutuhan perencanaan,
5. Shear untuk gaya geser,
6. Axial Forces untuk gaya Aksial dan Momen.
7. Pada kelompok option ganti **Fill diagram** untuk tampilan diagram,
8. **Show Value on Diagram** untuk tampilan nilai.

9. Klik Oke

Adapun SAP akan memudahkan para teknisi dengan mengeluarkan data-data berbentuk Tabel yang bisa langsung dibuka dalam bentuk file Microsoft Word. Langkah-langaknya sebagai berikut :

1. Klik menu **File > Print Table/Ctrl I...**
2. Kemudian akan muncul kotak dialog **Choose Table For Printing**
3. Pada kelompok **Out type**, centang **RTF file**
4. Pada kelompok **Edit**, Centang data-data yang ingin dikeluarkan.
5. Klik **Oke**.



Gambar 2.18 Kotak Dialog Choose Table For Printing