

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA BIAYA PENGGUNAAN STRUKTUR BAJA DAN  
STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG RSJ PROF. V.L  
RATUMBUYSANG**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi  
Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung  
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

**Iga Ashari Alma'mun**

**NIM. 12 012 040**



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

## ABSTRAK

**Iga A. Alma'mun 12012040**

***Analisa Perbandingan Biaya Struktur Baja dengan Struktur Beton Bertulang Pada Proyek Gedung Rumah Sakit Provinsi V. L Ratumbusang Kota Manado.***

*Seiring perkembangan zaman dan pola hidup manusia yang mempengaruhi kebutuhan akan bangunan gedung yang banyak digunakan sebagai perumahan, pusat perkantoran, perhotelan, tempat hiburan, pusat perbelanjaan dan juga pusat kesehatan. Pada konstruksi bangunan gedung jenis struktur yang dapat dipergunakan dalam membuat suatu bangunan diantaranya adalah jenis struktur baja dan struktur beton bertulang. Kedua elemen tersebut memiliki perbedaan terhadap sifat dari material, metode pelaksanaan dan yang paling utama terhadap segi kekuatan serta biaya.*

*Adapun tujuan pada tugas akhir ini adalah merencanakan struktur beton bertulang menggunakan program ETABS untuk mengetahui dimensi kolom dan balok, serta menganalisa biaya pada elemen beton bertulang yang bertujuan sebagai pembandingan terhadap segi biaya pada elemen struktur baja apakah alternatif tersebut akan menjadi lebih ekonomis atau sebaliknya.*

*Dari hasil perencanaan struktur beton bertulang yang dilakukan menggunakan program ETABS maka didapatkan dimensi kolom 65 x 65 cm dan dimensi balok 40 x 60 cm. untuk analisa biaya elemen beton bertulang berdasarkan hasil analisa perhitungan biaya untuk struktur beton bertulang didapati harga sebesar Rp 4,376,770,543.81. sedangkan biaya untuk struktur baja yang dilaksanakan di proyek adalah sebesar Rp 6,239,227,404.84.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman dan pola hidup manusia yang mempengaruhi kebutuhan akan bangunan gedung yang banyak digunakan sebagai perumahan, pusat perkantoran, perhotelan, tempat hiburan, pusat perbelanjaan dan juga pusat kesehatan. Pada konstruksi bangunan gedung jenis struktur yang dapat dipergunakan dalam membuat suatu bangunan diantaranya adalah jenis struktur baja dan struktur beton bertulang. Kedua elemen tersebut memiliki perbedaan terhadap sifat dari material, metode pelaksanaan dan yang paling utama terhadap segi kekuatan serta biaya.

Estimasi biaya konstruksi merupakan hal penting dalam dunia industri konstruksi. Ketidak akuratan estimasi dapat memberikan efek negatif pada seluruh proses konstruksi dan semua pihak yang terlibat. Hal yang penting dalam pemilihan metode estimasi biaya awal haruslah akurat, mudah, dan tidak mahal dalam penggunaannya. Estimasi biaya berdasarkan spesifikasi dan gambar kerja yang telah disiapkan owner, jumlah dan luas lantai memperlihatkan karakteristik dan ukuran fisik dari suatu proyek pembangunan gedung.. Estimasi biaya konstruksi dikerjakan sebelum pelaksanaan fisik dilakukan dan memerlukan analisis detail dan kompilasi dokumen penawaran dan lainnya. Proses analisis biaya konstruksi adalah suatu proses untuk mengestimasi biaya langsung yang secara umum digunakan sebagai dasar penawaran. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan estimasi biaya konstruksi adalah menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks atau koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah kerja.

Proyek pembangunan Gedung Kesehatan Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. V. L. Ratumbusang yang terletak di pusat kota Manado tepatnya di Jl. Bethesda No. 77 dinilai sangat strategis karena akses masyarakat yang cukup mudah mencapai rumah sakit ini merupakan salah satu hal utama mengapa rumah sakit jiwa Prof. Dr. V. L. Ratumbusang di targetkan menjadi Rumah Sakit Umum dengan keunggulan perawatan kejiwaan. Diharapkan rumah sakit ini dapat mengakomodir pelayanan kesehatan secara umum seperti layaknya Rumah Sakit Umum serta mampu melayani

kesehatan khusus dalam permasalahan kejiwaan. Pembangunan gedung ini sendiri akan dilaksanakan secara bertahap dikarenakan anggaran yang dipergunakan pada pembangunan gedung ini berasal dari APBD murni dimana tiap tahapan akan dipisah pertahun anggaran.

Pada proyek pembangunan gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado ini memiliki ciri khas pada konstruksinya yaitu pemilihan struktur yang hanya memakai rangka baja yang memiliki ketinggian 6 tingkat. Oleh karena itu masalah yang akan diambil adalah merencanakan ulang menggunakan struktur beton yang bertujuan sebagai perbandingan terhadap segi biaya apakah alternatif tersebut akan menjadi lebih ekonomis atau sebaliknya. Karena adanya pemikiran tentang hal itu, maka dalam penulisan tugas akhir ini mengangkat judul “ Analisa Perbandingan Biaya Struktur Baja dan Struktur Beton Bertulang Pada Proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Kota Manado “.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

### ➤ Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Merencanakan dimensi struktur balok dan kolom yang akan digunakan
2. Merencanakan jumlah tulangan yang akan dipakai pada struktur balok dan kolom
3. Menghitung anggaran biaya terhadap konstruksi beton bertulang

### Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui dimensi struktur balok dan kolom yang akan digunakan
2. Mengetahui jumlah tulangan yang akan digunakan pada struktur balok dan kolom
3. Mengetahui anggaran biaya terhadap konstruksi beton bertulang

## 1.3 Pembatasan Masalah

Gedung yang dijadikan objek penelitian yaitu pada proyek gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado. Gedung tersebut memiliki jumlah 6 lantai dengan luas bangunan 756 m<sup>2</sup> dan menggunakan material struktur baja. Untuk

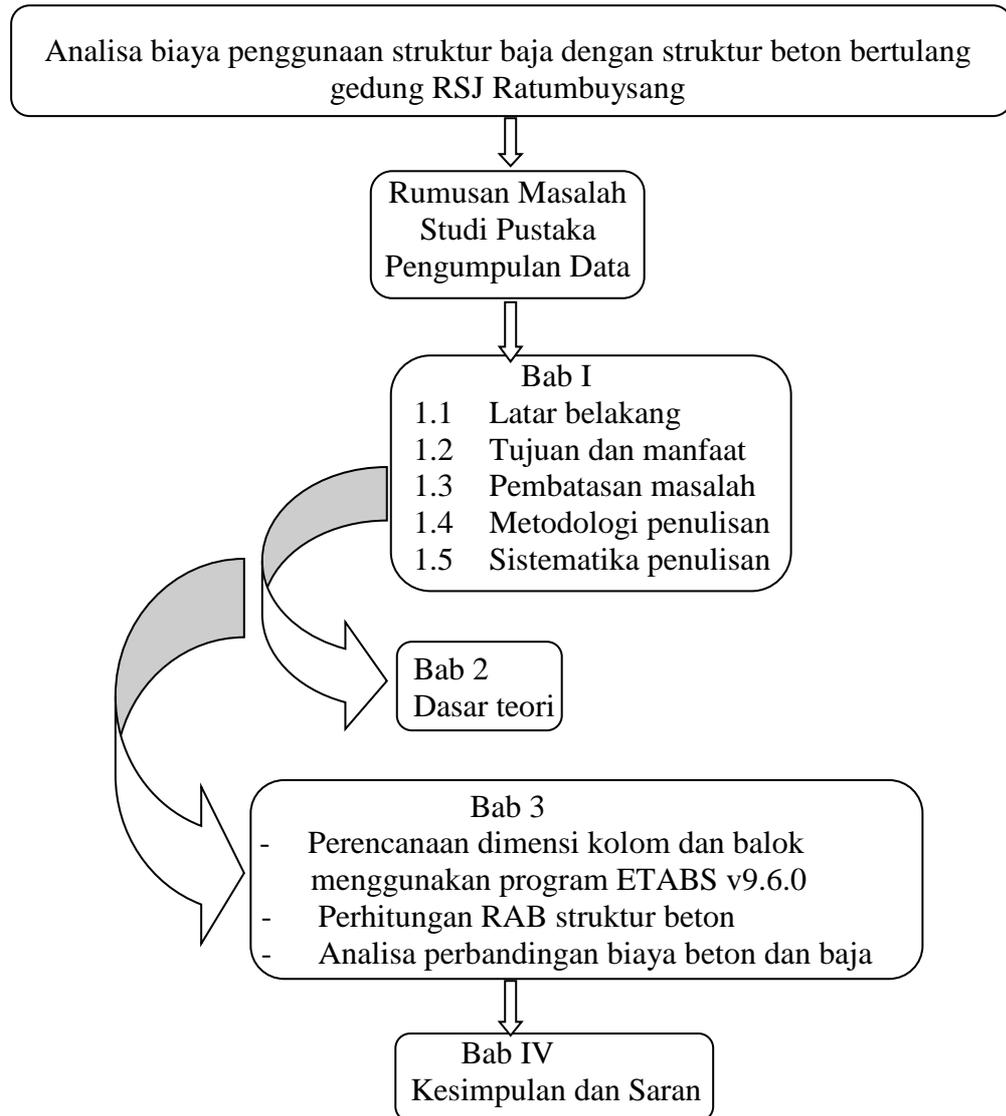
penyusunan tugas akhir ini penulis merencanakan peralihan struktur dari struktur baja ke struktur beton bertulang. Bertujuan sebagai pembandingan terhadap segi biaya apakah alternatif tersebut akan menjadi lebih ekonomis atau sebaliknya. Untuk menghindari meluasnya topik yang akan dibahas pada penyusunan tugas akhir ini, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah dimensi kolom dan balok beton bertulang
2. Berapakah biaya struktur beton bertulang
3. Berapakah selisih harga struktur beton bertulang dengan struktur baja

#### 1.4 Metodologi Penulisan

Untuk mencapai tujuan dari penulisan tugas akhir ini, maka metode yang dilakukan antara lain seperti kajian ilmiah dari sumber-sumber bacaan internet, observasi langsung yang dilakukan di proyek selama mengikuti PKL, pengumpulan data dari proyek RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado.

Berikut ini dilampirkan diagram alir metodologi penulisan tugas akhir.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Analisa Perbandingan Biaya Struktur Baja dan Struktur Beton Pada Proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado” adalah :

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, pembatasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

**BAB 2 DASAR TEORI**

Bab ini menguraikan tentang tinjauan pustaka atau teori yang menjelaskan pekerjaan-pekerjaan yang akan dibahas di BAB 3.

**BAB 3 PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang pembahasan dari judul yang diambil.

**BAB IV PENUTUP**

Merupakan bagian penutup yang berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Peraturan-peraturan Perencanaan Struktur Gedung

Untuk perencanaan struktur gedung bertingkat diperlukan peraturan-peraturan yang biasanya disebut SNI (Standar Nasional Indonesia) dalam hal ini adalah struktur gedung yang bertujuan untuk menghasilkan suatu gedung bertingkat yang aman dan kuat. Maka dari itu, dikeluarkan peraturan-peraturan standart diantaranya:

1. SNI 03-1726-2002 (Tatacara Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung),
2. SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perencanaan Beton Untuk bangunan Gedung),
3. PPIUG 1983 (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung).

#### 2.2 Beton dan Beton Bertulang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat lainnya yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat rendah.

Beton bertulang adalah suatu kombinasi antara beton dan baja tulangan yang berfungsi menyediakan kuat tarik yang tidak dimiliki beton biasa.

Pengetahuan yang mendalam tentang sifat-sifat beton bertulang sangat penting sebelum mendesain struktur beton bertulang. Sifat-sifat beton dapat diketahui dengan cara pengujian tekan beton. Kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dilakukan dengan melakukan uji silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pada umur 28 hari dengan tingkat pembebanan tertentu. Selama 28 hari silinder beton ini biasanya diletakkan dalam sebuah ruangan dengan temperatur tetap. Kebanyakan beton

memiliki kekuatan pada kisaran 20 Mpa hingga 48 Mpa. Untuk aplikasi yang umum, digunakan beton dengan kekuatan 20 Mpa dan 25 Mpa. Untuk konstruksi beton prategang 35 Mpa dan 40 Mpa. Untuk beberapa aplikasi tertentu, seperti untuk kolom pada lantai-lantai bawah suatu bangunan tinggi, beton dengan kekuatan 60 Mpa telah digunakan dan dapat disediakan oleh perusahaan pembuat beton siap pakai (*ready mix concrete*).

Nilai-nilai kuat tekan beton seperti yang diperoleh dari hasil pengujian sangat dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk dari elemen uji dan bentuk pembebanannya. Spesimen uji yang biasa digunakan adalah kubus berisi 200 mm. Untuk beton uji yang sama, pengujian terhadap silinder 150 mm x 300 mm menghasilkan kuat tekan yang besarnya hanya sekitar 80 % nilai yang diperoleh dari pengujian beton uji kubus.

Untuk mendapatkan kekuatan beton diatas 35-40 Mpa diperlukan desain campuran beton yang sangat teliti dan perhatian penuh kepada detail-detail seperti pencampuran, penempatan dan perawatan.

### **2.3 Komponen-komponen Struktur Gedung Bagian Atas**

#### **- Kolom**

Definisi kolom menurut SNI-03-1726-2001 adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur.

Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horizontal bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. Hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perencanaan, mutu beton, dan baja tulangan yang digunakan dan eksentrisitas pembebanan yang terjadi.

#### **- Balok**

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar.

## 2.4 Kriteria Dasar Perancangan

Pada tahap awal dari perancangan atau desain struktur bangunan, konfigurasi denah, material struktur dan bentuk struktur harus ditentukan terlebih dahulu. Pemilihan ini akan mempengaruhi tahap selanjutnya dari proses perancangan struktur. Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan antara lain :

### 2.4.1 Material Struktur.

Setiap jenis material struktur mempunyai karakteristik tersendiri, sehingga suatu jenis bahan bangunan tidak dapat dipergunakan untuk semua jenis bangunan.

### 2.4.2 Konfigurasi Bangunan, antara lain:

#### - Konfigurasi Denah.

Denah bangunan diusahakan mempunyai bentuk yang sederhana, kompak serta simetris agar mempunyai kekakuan yang sama terhadap pengaruh torsi. Pada struktur dengan bagian-bagian menonjol dan tidak simetris perlu adanya dilatasi gempa (*seismic joint*) untuk memisahkan bagian struktur yang menonjol dengan struktur utamanya. Dilatasi tersebut harus mempunyai jarak yang cukup, agar bagian-bagian struktur yang dipisahkan tidak saling berbenturan saat terjadi gempa.

#### - Konfigurasi Vertikal.

Pada arah vertikal struktur, perlu dihindari adanya perubahan bentuk yang tidak menerus, jika konfigurasi struktur pada arah vertikal tidak menerus, suatu gerak getaran yang besar akan terjadi pada tempat-

tempat tertentu pada struktur. Dalam hal ini akan diperlukan analisis dinamik.

- Kekakuan dan Kekuatan.

Baik pada arah vertikal maupun horizontal perlu dihindari adanya perubahan kekuatan dan kekakuan yang drastis.

#### 2.4.3 Sistem Rangka Struktural ada dua macam, yaitu :

- Rangka Penahan Momen.

Rangka jenis ini paling banyak digunakan, berupa konstruksi beton bertulang yang terdiri dari elemen-elemen balok dan kolom.

- Rangka dengan Diafragma Vertikal.

Jika kekuatan dan kekakuan dari suatu rangka struktural tidak mencukupi untuk mendukung beban-beban yang bekerja, maka perlu dipasang dinding-dinding geser (*shear walls*).

#### 2.4.4 Model Keruntuhan Struktur.

Pada perencanaan struktur di daerah gempa menggunakan desain kapasitas terlebih dahulu harus ditentukan elemen-elemen kritisnya sedemikian rupa sehingga mekanisme keruntuhannya dapat memancarkan energi sebesar-besarnya. Mekanisme tersebut diusahakan agar sendi-sendi plastis terbentuk pada balok terlebih dahulu dan bukannya pada kolom. Hal tersebut dengan pertimbangan bahwa bahaya kestabilan akibat efek perpindahan jauh lebih kecil dibandingkan dengan mekanisme sendi plastis pada kolom dan juga kolom lebih sulit diperbaiki daripada balok sehingga harus dilindungi dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Oleh sebab itu konsep yang diterapkan hendaknya adalah kolom lebih kuat daripada balok (*Strong Column Weak Beam*).

## 2.5 Pembebanan

Besar dan macam beban yang bekerja pada struktur sangat tergantung dari jenis struktur. Berikut ini akan disajikan jenis-jenis beban, data beban, faktor-faktor dan kombinasi pembebanan serta faktor reduksi bahan sebagai dasar acuan bagi perhitungan struktur. Jenis beban yang akan dipakai pada pembahasan kali ini adalah beban mati (DL), beban hidup (LL), dan beban gempa (E)

### 2.5.1 Jenis-jenis Beban

Jenis-jenis beban yang biasa diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut :

#### 1. Beban Mati $q_d$ (*Dead Load / DL*).

Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur dan tak terpisahkan dari struktur itu. Pada perhitungan struktur menggunakan bantuan program ETABS, berat mati dari material dihitung secara otomatis berdasarkan input data material dan dimensi material yang digunakan.

Berat material bangunan tergantung dari jenis bahan bangunan yang dipakai. Contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPIUG 1983 tabel 2.1 adalah

- Baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Batu alam = 2600 kg/m<sup>3</sup>
- Beton bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Pasangan bata merah = 1700 kg/m<sup>3</sup>

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari *finishing* lantai (keramik, plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya.

Sebagai contoh, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983) :

- Beban finishing (keramik) = 24 kg/m<sup>2</sup>
- Plester 2.5 cm (2.5 x 21 kg/m<sup>2</sup>) = 53 kg/m<sup>2</sup>
- Beban ME = 25 kg/m<sup>2</sup>
- Beban plafond dan penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>
- Beban dinding = 250 kg/m<sup>2</sup>

#### 2. Beban Hidup $q_l$ (*Life Load / LL*).

Beban hidup merupakan beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meski dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur..

Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari tabel 3.1 Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983).

**Tabel 2.1** Beban hidup pada fungsi lantai

No	Fungsi Lantai	Besar Beban
1	Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	
3	Lantai sekolah, ruang kulia, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
4	Lantai ruang olahraga	400 kg/m <sup>2</sup>
5	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
6	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam 1 s/d 5, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m <sup>2</sup>
8	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam 3	300 kg/m <sup>2</sup>
9	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam 3 s/d 7	500 kg/m <sup>2</sup>
10	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam 3 s/d 7	250 kg/m <sup>2</sup>

Koefisien beban hidup diperlukan sebagai peluang untuk tercapainya suatu presentase tertentu dari beban hidup yang member struktur pemikul suatu gedung selama umur gedung tersebut, bergantung pada bagian atau unsure struktur yang ditinjau dan bergantung pula pada penggunaan gedung itu dan untuk apa beban hidup tersebut ditinjau. Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari tabel 3.3 Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983).

**Tabel 2.2** Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
<b>PERUMAHAN/PENGHUNIAN</b>		
Rumah tinggal, asrama, hotel dan rumah sakit	0,75	0,30
<b>PENDIDIKAN</b>		
Sekolah dan ruang kuliah	0,90	0,50
<b>PERTEMUAN UMUM</b>		
Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, dan ruang pagelaran	0,90	0,50
<b>KANTOR</b>		
Kantor dan bank	0,60	0,30
<b>PERDAGANGAN</b>		
Toko, toserba dan pasar	0,80	0,80
<b>PENYIMPANAN</b>		
Gudang, perpustakaan dan ruang arsip	0,8	0,8
<b>INDUSTRI</b>		
Pabrik dan bengkel	1,00	0,90
<b>TEMPAT KENDARAAN</b>		
Garasi dan gedung parker	0,90	0,50
<b>GANG DAN TANGGA</b>		
- Perumahan/penghunian	0,75	0,30
- Pendidikan kantor	0,75	0,50
- Pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industry dan tempat kendaraan	0,90	0,50

**Tabel 2.3** Koefisien reduksi beban hidup kumulatif

Jumlah Lantai yang dipikul	Koefisien Reduksi yang dikalikan kepada beban hidup kumulatif
1	1,0
2	1,0
3	0,9
4	0,8
5	0,7
6	0,6
7	0,5
8 dan lebih	0,4

### 3. Beban Gempa (*Earthquake Load / EL*).

#### - Tipe profil tanah

Menurut SNI-03-1726-2002 pasal 4.6 menetapkan bahwa ada 4 macam jenis tanah, yaitu tanah keras, sedang, lunak, dan tanah khusus berdasarkan karakteristik dari lapisan tanah setebal maksimum 30m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam tabel 4.

Berdasarkan nilai hasil tes penetrasi standar  $N$  rata-rata,

Tanah keras  $N \geq 50$

Tanah sedang  $15 \leq N \leq 50$

Tanah lunak  $N < 15$

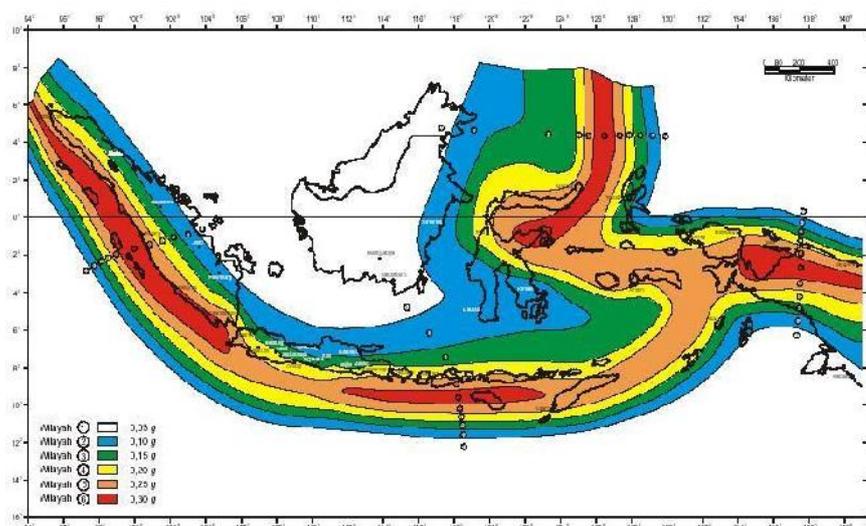
Tanah khusus adalah jenis tanah yang tidak memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam tabel tersebut.

#### - Wilayah gempa

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 zona wilayah gempa seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 adalah wilayah dengan kegempaan paling tinggi. Dalam hal pembebanan gempa, penentuan lokasi akan berpengaruh terhadap perhitungan beban gempa. Perencanaan struktur gedung di wilayah gempa 1 dan 6 akan sangat jauh berbeda. dimana wilayah gempa 1 dan 6 akan sangat jauh berbeda. Hal ini disebabkan pembagian wilayah gempa didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat gempa

rencana dengan periode ulang 500 tahun, yang nilai rata-ratanya berbeda di masing-masing lokasi untuk setiap wilayah gempa ditetapkan dalam tabel 5. Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah Ao ditetapkan juga sebagai percepatan minimum yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur gedung untuk menjamin kekekaran minimum dari struktur gedung tersebut.

Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang rawan terhadap gempa dengan zona gempa wilayah 5 yakni resiko gempa tinggi.



**Gambar 2.1 Pembagian Wilayah Gempa untuk Indonesia.**

- Kategori gedung

Pemakaian faktor keutamaan struktur (I) pada analisa perhitungan beban tahan gempa dimaksudkan untuk memperpanjang waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa dimana nilainya lebih besar dari 1,0. Faktor keutamaan struktur (I) penentuannya didasarkan pada fungsi bangunan yang dapat dilihat lebih lengkapnya pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.4** Faktor Keutamaan Struktur

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I
Hunian, perniagaan, dan perkantoran.	1.0	1.0	1.0
Monumen dan Bangunan Monumental.	1.0	1.6	1.6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamat dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1.4	1.0	1.4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1.6	1.0	1.6
Cerobong, tangki diatas menara.	1.5	1.0	1.5

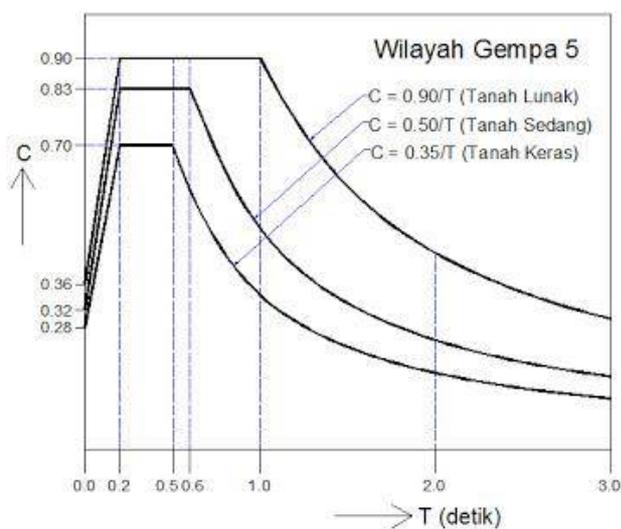
- Daktilitas struktur

Daktilitas struktur memakai 2 parameter yaitu faktor daktilitas simpangan  $\mu$  dan faktor reduksi gempa  $R$ . Daktilitas simpangan  $\mu$  menyatakan ratio simpangan di ambang keruntuhan  $\delta_m$  dan simpangan pada terjadinya pelelehan pertama.  $R$  adalah ratio beban gempa rencana dan beban gempa nominal.  $R$  ini merupakan indikator kemampuan daktilitas struktur gedung. Nilai  $\mu$  dan  $R$  tercantum pada SNI-03-1726-2002 pasal 4.3 tabel 3.

Untuk struktur dengan sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral pada struktur tersebut dipikul oleh rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur, dan sistem tersebut adalah rangka pemikul momen khusus beton (SRPMK), maka faktor reduksi gempa  $R$  yang digunakan adalah 8.5.

- Faktro respon gempa

Faktor respons gempa  $C$  dinyatakan dalam perencanaan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana. Faktor respons gempa ditunjukkan pada gambar 2 SNI-03-1726-2002 dalam gambar tersebut  $C$  adalah faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan  $T$  adalah waktu getar alami struktur gedung yang dinyatakan dalam detik. Untuk  $T=0$  nilai  $C$  tersebut menjadi sama dengan  $A_0$ , dimana  $A_0$  merupakan percepatan puncak muka tanah menurut tabel 5 SNI-03-1726-2002.



**Gambar 2.2** Respons spektrum gempa rencana untuk wilayah gempa 5

- Bentuk struktur gedung

Bentuk suatu gedung dikategorikan sebagai gedung beraturan dan tidak beraturan. Sesuai SNI-03-1726-2002 pasal 4.2, beberapa syarat struktur gedung ditetapkan sebagai gedung beraturan apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Tinggi gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
2. Denah struktur gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tidak melebihi 25% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.
3. Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh gempa rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga menurut SNI-03-1726-2002 analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen.

Analisa untuk struktur gedung beraturan dapat dilakukan berdasarkan analisis static ekuivalen yang tersebut pada pasal 6 SNI-03-1726-2002.

- Beban gempa nominal statik ekuivalen

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik

ekuivalen yang ditetapkan pada pasal 6 SNI-1726-2002. Besarnya Beban Gempa Dasar Nominal horizontal akibat gempa dinyatakan sebagai berikut :

$$V = \frac{CI}{R} W_t \quad (1)$$

dimana :

V = beban gempa dasar nominal (beban gempa rencana).

$W_t$  = kombinasi dari beban mati dan beban hidup vertical yang direduksi.

C = spectrum respon nominal gempa rencana, yang besarnya tergantung dari jenis tanah dasar dan waktu getar struktur.

I = faktor keutamaan struktur.

R = faktor Reduksi Gempa.

Gaya geser dasar nominal V ini harus didistribusikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen  $F_i$  yang bekerja pada pusat massa lantai tingkat ke-I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \times Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \quad (2)$$

### 2.5.2 Kombinasi Pembebanan

Agar supaya struktur dan komponen memenuhi struktur syarat ketentuan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban. Menurut pasal 11.1 SNI 03-2847-2002, 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 cara ini.

Komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tatacara ini untuk menjamin tercapainya perilaku stuktur yang baik pada tingkat beban kerja.

Kuat perlu adalah kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen atau gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi.

Kombinasi pembebanan untuk gedung sudah ditetapkan berdasarkan pasal 11.2 SNI 03-2847-2002. Kombinasi pembebanan pada perhitungan struktur gedung dapat dirangkum sebagai berikut :

1. 1.4 DL
2. 1.2 DL + 1.6 LL
3. 0.9 DL ± 1.0 E
4. 1.2 DL ± 1.0 LL ± 1.0 E

Dimana : DL adalah beban mati  
 LL adalah beban hidup  
 E adalah beban gempa

Beban kombinasi yang dimasukkan dalam Etabs adalah :

1. 1.4 DL
2. 1.2 DL + 1.6 LL
3. 1.2 DL + LL + Fx ± 0,3 Fy
4. 1.2 DL + LL – Fx ± 0.3 Fy
5. 0.9 DL + Fx ± 0.3 Fy
6. 0.9 DL – Fx ± 0.3 Fy
7. 1.2 DL + LL + 0.3 Fx ± Fy
8. 1.2 DL + LL – 0.3 Fx ± Fy
9. 0.9 DL + 0.3 Fx ± Fy
10. 0.9 DL – 0.3 Fx ± Fy

## 2.6 Pemodelan Struktur

Struktur yang dimodelkan dalam 3 dimensi dengan memasukkan elemen struktur yang berupa kolom, balok dan pelat. Pelat beton dimodelkan sebagai diafragma kaku yang berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya gempa ke elemen-elemen struktur lainnya dan terjepit penuh pada balok.

Beban-beban gravitasi (beban mati dan hidup) disalurkan dari pelat ke balok, kemudian didistribusikan ke kolom.

Struktur dan komponen struktur direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban gaya terfaktor yang sesuai dengan peraturan.

## 2.7 Program ETABS

Program ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems) merupakan suatu program yang dipergunakan untuk melakukan analisis dan desain

pada struktur bangunan dengan cepat dan tepat. Dengan interface yang menarik dan tool-tool yang mudah digunakan, Program ETABS akan sangat membantu Anda dalam melakukan analisis dan desain struktur bangunan, yang dahulu dilakukan secara manual dalam waktu yang relatif lama dan keakuratannya tidak terjamin. (Boby Shinigami, 2008)

## 2.8 Model Pengoprasian Etabs

Untuk menganalisis sebuah bangunan diperlukan tahapan perhitungan beban struktur , setelah itu baru analisis struktur. Perhitungan beban struktur sudah dilakukan pada halaman sebelumnya, dan pada bab ini akan membahas analisis struktur.

Untuk analisis struktur, penulis menggunakan *software* khusus untuk menganalisis bidang struktur, yaitu dengan menggunakan *ETABS Nonlinier versi 9* . Dibawah ini adalah langkah-langkah untuk pengoprasian *ETABS Nonlinier versi 9* pada zona gempa wilayah 3 daktalitas parsial.

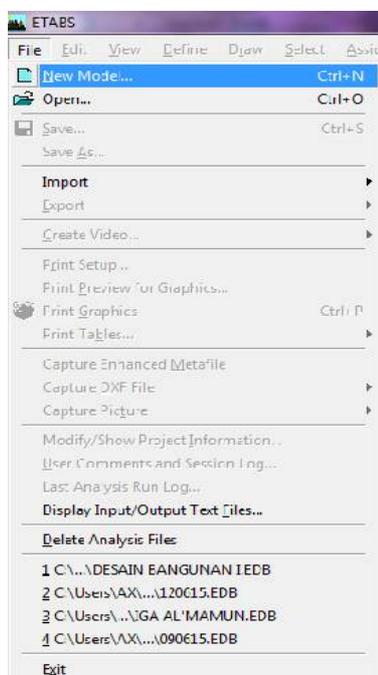
### 2.8.1 Membuka Program *ETABS Nonlinier Versi 9*

- a. Klick start - All program - Computers and Structures – *ETABS versi 9* Atau bisa juga dengan mengeklik icon *ETABS versi 9* 2kali yang ada pada dekstop ( jika icon berada di dekstop ).
- b. Setelah di buka program *ETABS versi 9*, maka akan muncul kotak “ Tip of the Day “ seperti pada gambar 1, jika ingin memunculkan kotak itu setiap pertama kali membuka program *ETABS versi 9* maka hilangkan kode yang ada pada kotak “*Show Tips at Startup*” , setelah itu klik OK untuk membuka lembar kerja baru.

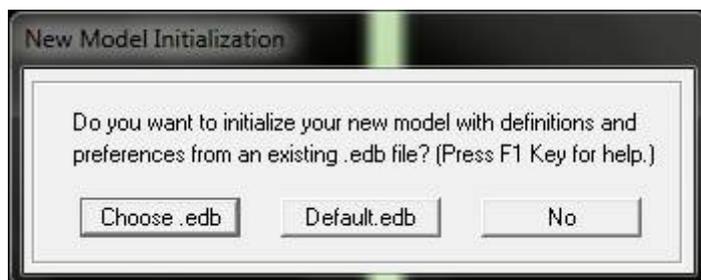


**Gambar 2.3** “Tip of the day”

- c. Kemudian klik *New Model* pada menu toolbar untuk membuka model kerja baru, lihat gambar 5.2. Kemudian setelah keluar diaolog *New Model* klik *No* untuk meneruskannya, lihat pada gambar 2.8



**Gambar 2.4** “Menu File”

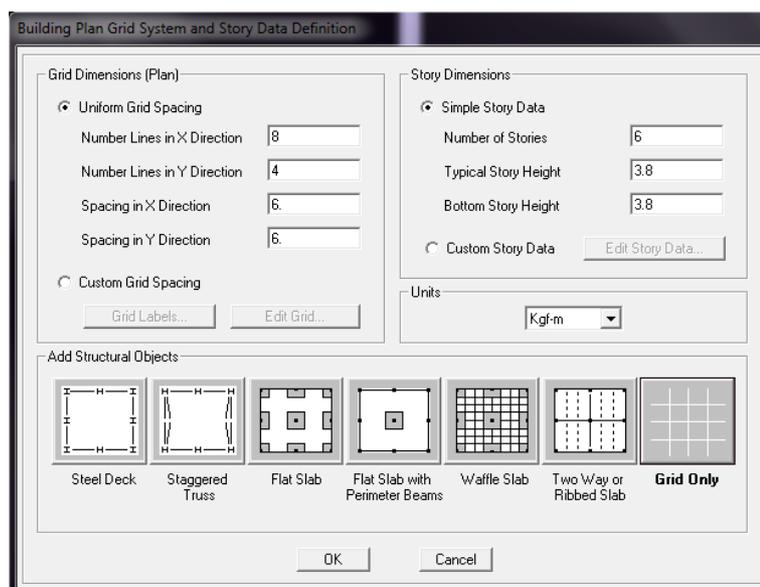


**Gambar 2.5** “New Model Initialization”

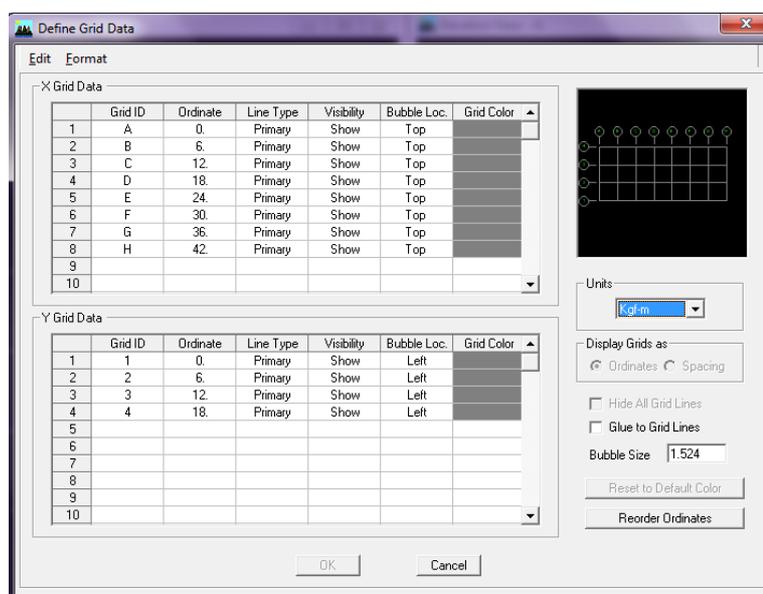
### 2.8.2 Menentukan Geometri Struktur

- a. Setelah mengklik *No* pada kotak dialog *New Model Initialization* tadi akan muncul kotak dialog *Building Plan Grid System* dan *Story Data Definition*. Setelah itu masukkan data sebagai berikut ini:
- 1) *Number of stories* ( jumlah lantai ) = 6
  - 2) *Typical story height* ( ketinggian antar lantai ) = 3,8 m
  - 3) *Bottom Story Height* ( ketinggian lantai dasar ) = 3,8 m

Setelah dimasukkan data – data tersebut , klik *Custom Grid Spacing* untuk mengedit grid. Setelah mengklik *Custom Grid Spacing* kemudian masukkan jarak – jarak sumbu acuan itu yang searah sumbu X maupun yang searah sumbu Y. Untuk kotak *Display Grid as* itu ada dua pilihan yaitu *Ordinates* untuk menentukan jarak menggunakan metode sumbu koordinat, dan juga *Spacing* untuk menentukan jarak dengan menggunakan metode jarak antar sumbu. Setelah di isi semua, klik ok.

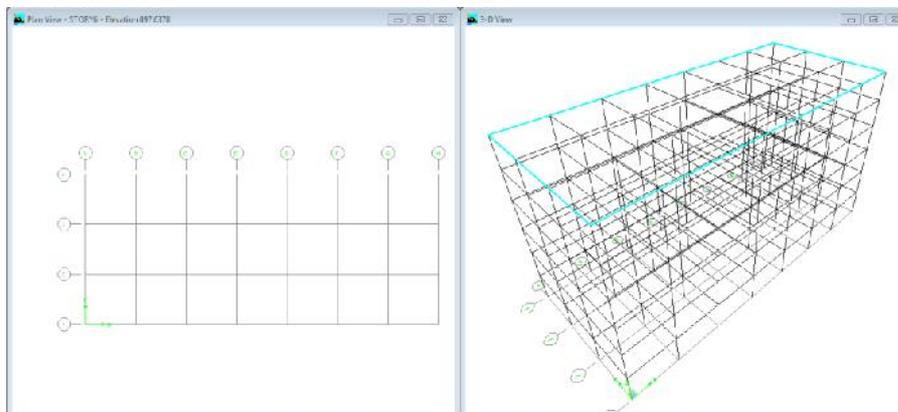


**Gambar 2.6** “Building Plan Grid System and Story Data Definition”



**Gambar 2.7** “Define Grid Data”

- b. Setelah tahapan itu selesai kemudian klik *OK*, maka akan muncul tampilan gambar sumbu – sumbu yang telah di masukan tadi seperti pada Gambar 2.12.

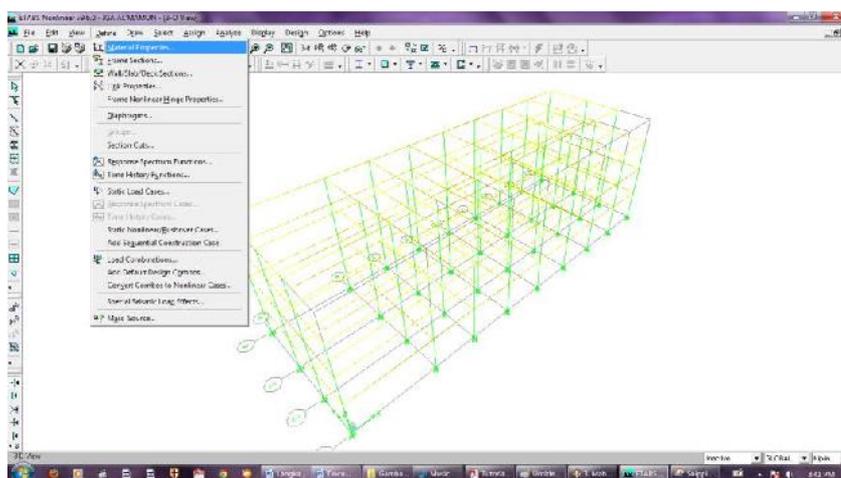


**Gambar 2.8** “ *Model Struktur* ”

### 2.8.3 Menentukan Material

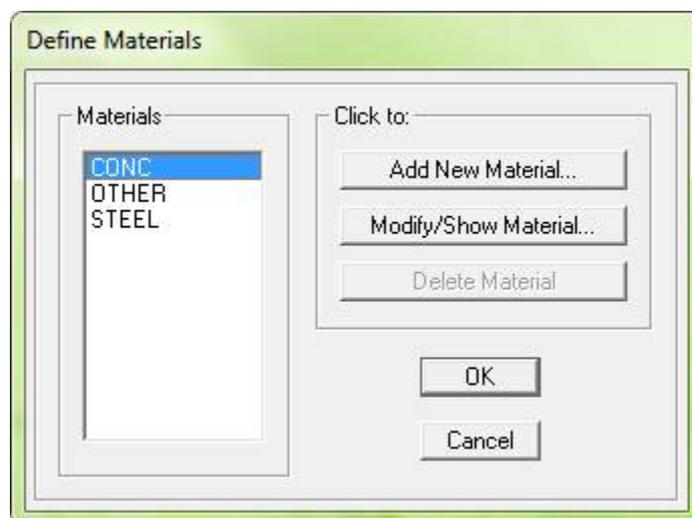
Dalam sebuah bangunan terdapat elemen penyusun dari bangunan itu, dan elemen itu mempunyai karakteristik berbeda – beda seperti baja dengan beton dan juga bahan yang lainnya. Untuk menentukan karakteristik dari material – material tersebut langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Klik menu *Define – Material Properties*, lihat gambar 2.13.



**Gambar 2.9** “ *Material Properties* ”

- b. Setelah mengklik *Material Properties* , maka akan muncul kotak dialog *Define Materials* , kemudian klik Concrete ( karena elemen struktur yang akan dibuat itu dari beton ), kemudian klik *Modify/Show Material*, lihat pada Gambar 2.14. dan Gambar 2.15.



**Gambar 2.10** “ *Define Material* ”

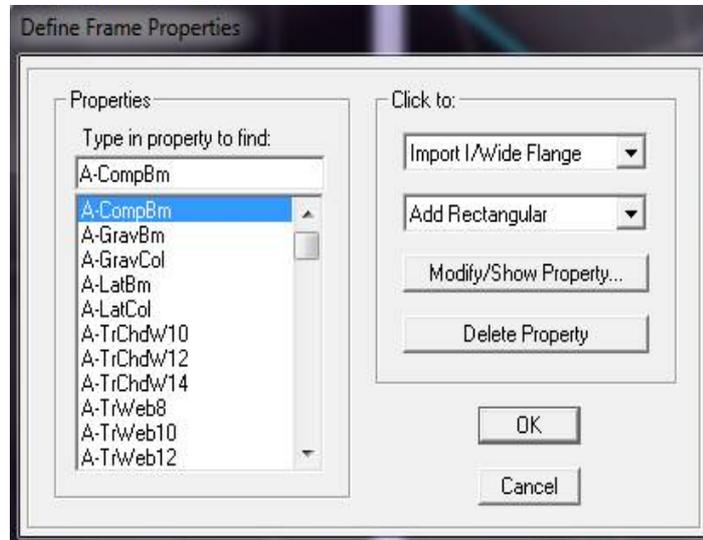
**Gambar 2.11** “ *Material Property Data* ”

#### 2.8.4 Menentukan Dimensi Balok dan Kolom

Langkah selanjutnya Input data balok dan kolom. Dimensi balok yang d2nput dalam ETABS yaitu 400x600 mm, sedangkan untuk kolom menggunakan kolom persegi 650x650mm.

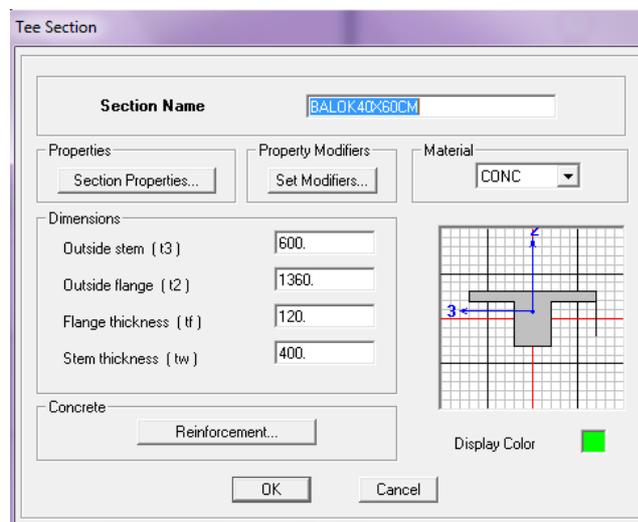
a. Penentuan dimensi balok :

- 1) Pilih menu define>frame sections
- 2) Pada options “define frame property”, dipilih add rectangular



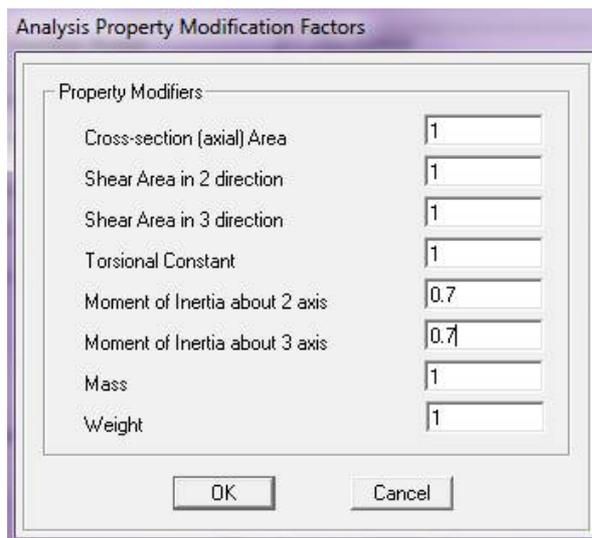
**Gambar 2.12** “Define Frame Properties”

- 3) Pada option “Rectangular section” isi edit boxes sesuai data seperti dibawah ini



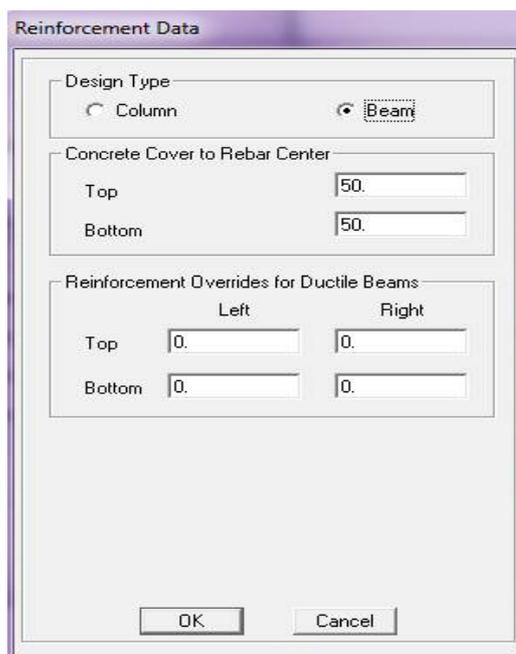
**Gambar 2.13** “Dimensi penampang balok dan jenis material”

- 4) Pada option “*property modifiers>analysis property modifications factor*”. D2si nilai edit boxes pada *moment of inersia about 2 axis* dan *moment of inersia about 3 axis* harus dikalikan atau d2si dengan 0,7.



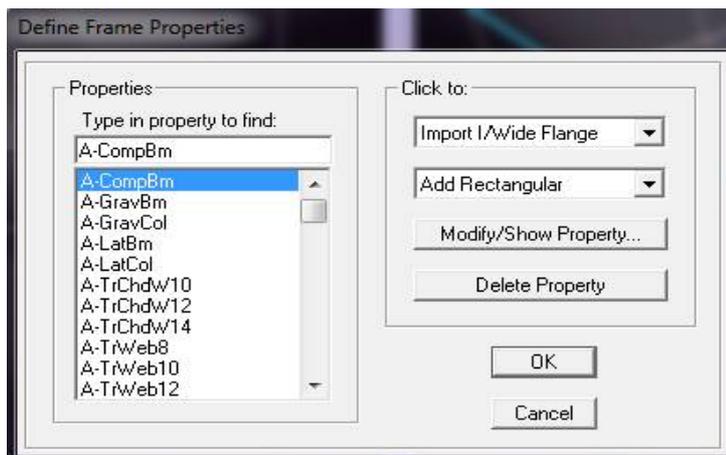
**Gambar 2.14** “Nilai kekuatan lentur balok”

- 5) Pada options “concrete” pilih menu reinforcement, lalu pilih desain tipe “beam” dan d2si nilai selimut beton atau concrete cover to rebar center : 40mm



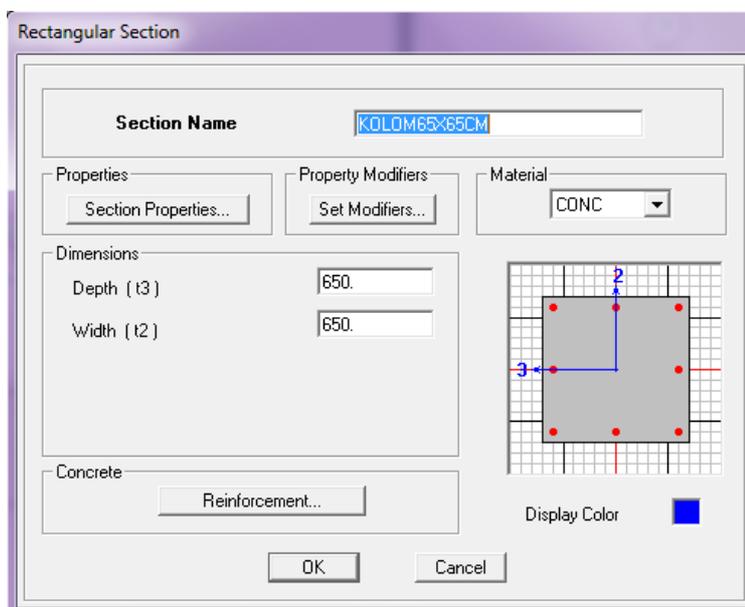
**Gambar 2.15** “Selimut beton (*concrete cover*) balok

- b. Penentuan dimensi kolom
- 1) Pada menu define>frame sections
  - 2) Pada option “define frame properties”, pilih add rectangular.



**Gambar 2.16** “Penentuan penampang kolom”

3) Pada option “rectangular section” isi edit boxes sesuai data yang ada.



**Gambar 2.17** “Dimensi penampang dan jenis material kolom”

4) Pada option ”concrete” pilih menu reinforcement>reinforcement data, lalu pilih option “Design Tipe”:column, untuk option “configuration of reinforcement “:rectangular (konfigurasi kolom persegi) dan isi selimut beton atau “concrete cover to rebar center”:30mm, lalu pilih option “reinforcement to be checked”. Nilai number of bars in 3-did dan number of bars in 2-dir d2si sesuai dengan data yang ada karena penulis akan melakukan pemeriksaan (check) terhadap kolom tersebut

**Gambar 2.18** Data penulangan kolom

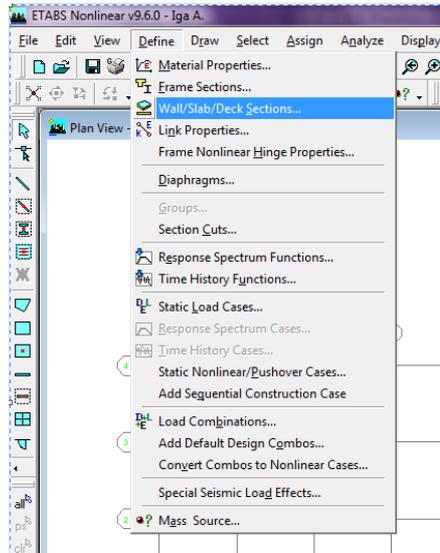
- 5) Pada option “property modifiers>analysis property modifications factor”. D2si nilai edit boxes pada moment of inersia about 2 axis dan moment of inersia about 3 axis harus dikalikan atau d2si dengan 0,7.

**Gambar 2.19** “Nilai kekuatan lentur kolom”

#### 2.8.5 Menentukan dimensi Plat

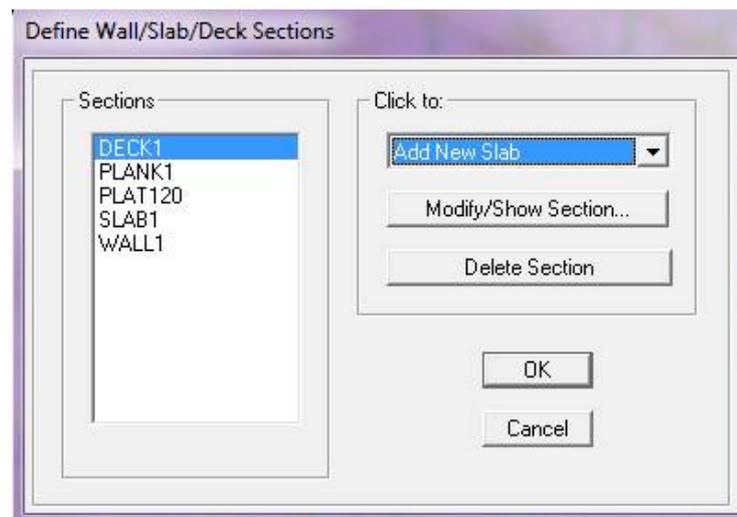
Karena bangunan memiliki plat untuk lantai – lantai 2,3, dan 4, maka perlu di rencanakan profil dari plat itu sendiri, langkah – langkah menentukan plat yaitu sebagai berikut :

- a. Klik pada menu *Define*, kemudian pilih *Wall/Slab/Deck Section*. Lihat Gambar 2.24



**Gambar 2.20** “ Menu *Wall/Slab/Deck Section* ”

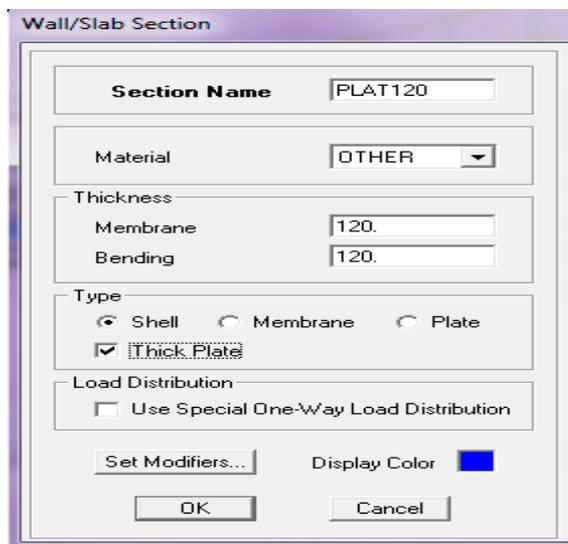
- b. Setelah itu pilih *Define Slab/Deck section* pada kotak dialog, lalu klik *Add New Slab*. Lihat Gambar 2.25 berikut ini.



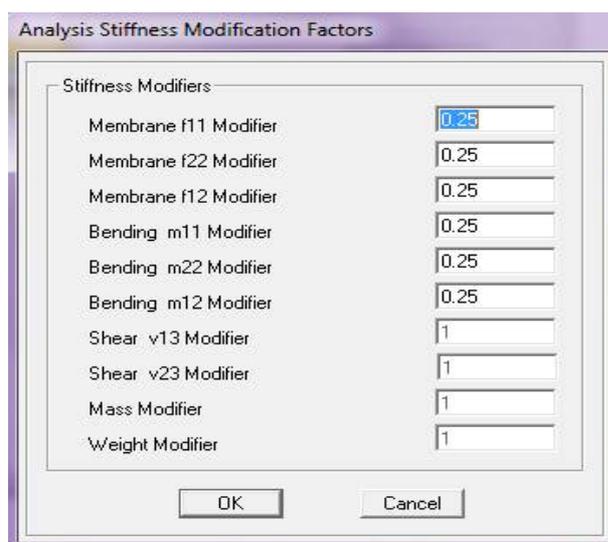
**Gambar 2.21** “ *Define Slab/Deck section* ”

- c. Setelah itu mengisi data yang ada pada kotak dialog wall/slab section, sebagai berikut:
- 1) *Section Name* ( Nama profil ) = Plat 12 mm
  - 2) *Material* ( Jenis Material ) = *Concrete*
  - 3) *Thickness* ( Ketebalan )
  - 4) *Membrane* = 0,12 m
  - 5) *Bending* = 0,12 m

- 6) *Type* ( Tipe profil ) = Shell ( dipilih tipe ini karena mempertimbangkan adanya gaya geser yang bekerja pada plat ). Centang kotak *Thick Plate*. Lihat pada Gambar 2.26



**Gambar 2.22** “*Wall/Slab Section*”



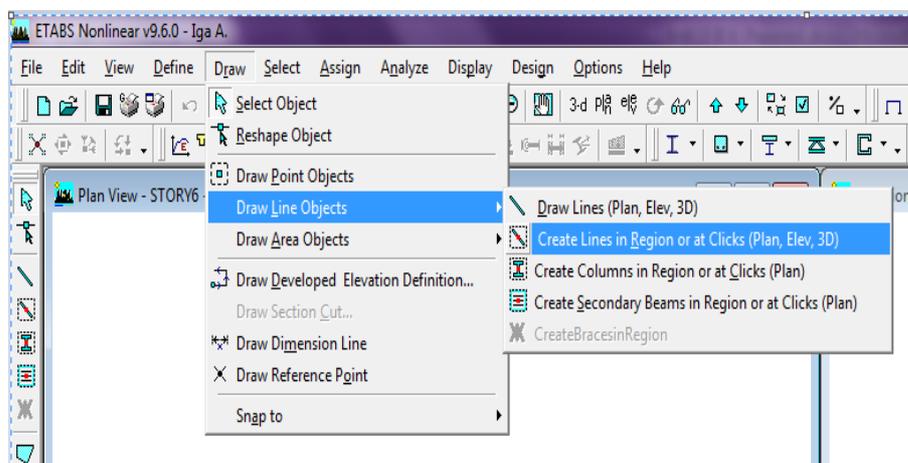
**Gambar 2.23** “Nilai kekuatan lentur Plat”

#### 2.8.6 Menggambar Kolom

Setelah selesai semua pengaturan – pengaturannya, sekarang adalah tahapan untuk menggambarkan atau memasang kolom – kolom itu kedalam sebuah bidang gambar. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Klik menu *Draw*, lalu pilih *Draw Line Object* kemudian pilih *Create in Region at Click ( plane )* seperti pada Gambar 5.33. Ada lagi cara menggambarkan kolom selain cara yang sebelumnya, yaitu mengklik langsung *icon Create in Region at Click ( plane )* . Kemudian arahkan

cursor itu ke titik kolom akan digambar, kemudian klik. Lihat Gambar 2.28.

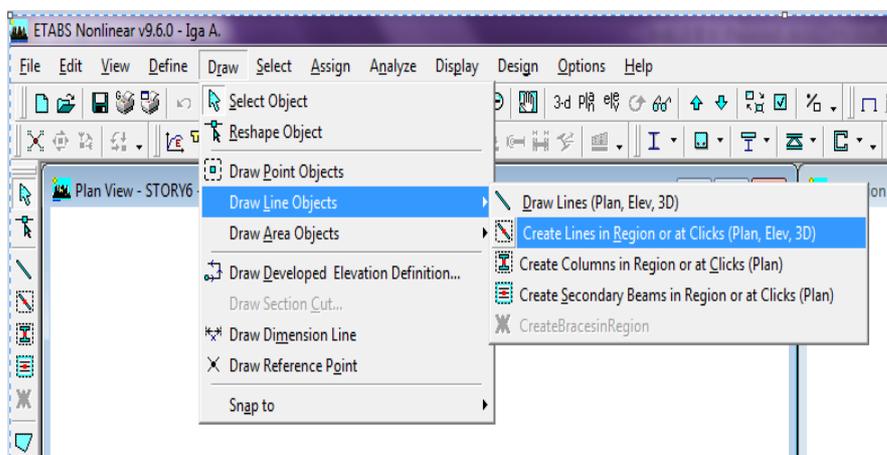


**Gambar 2.24** “*Create column in region or at clicks plan*”

### 2.8.7 Menggambar Balok

Setelah menggambar kolom selesai, langkah berikutnya adalah menggambar balok, langkah – langkah sebagai berikut :

- a. Klik *Draw Line Object*, kemudian pilih *Draw Lines*. Lihat Gambar 2.29.

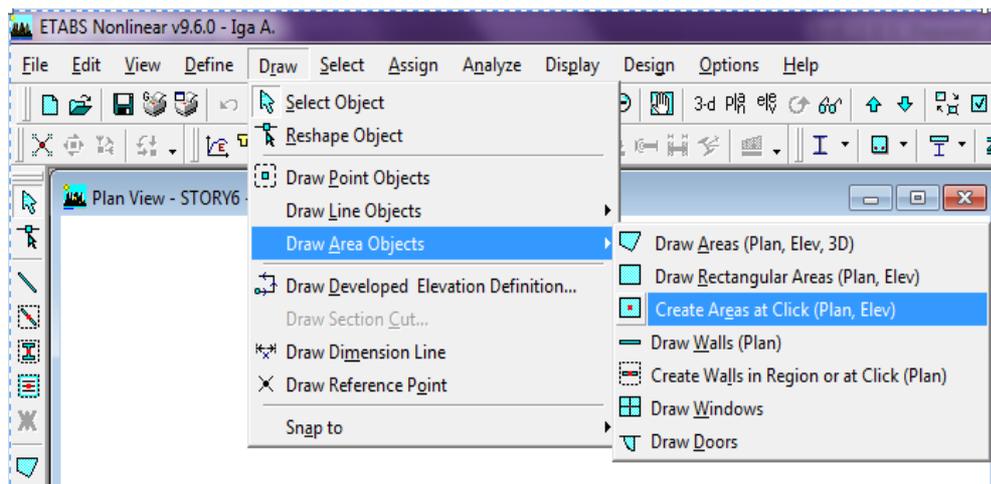


**Gambar 2.25** “*Menu Draw Line Object - Create in Region at Click ( plane )*”

### 2.8.8 Menggambar Plat

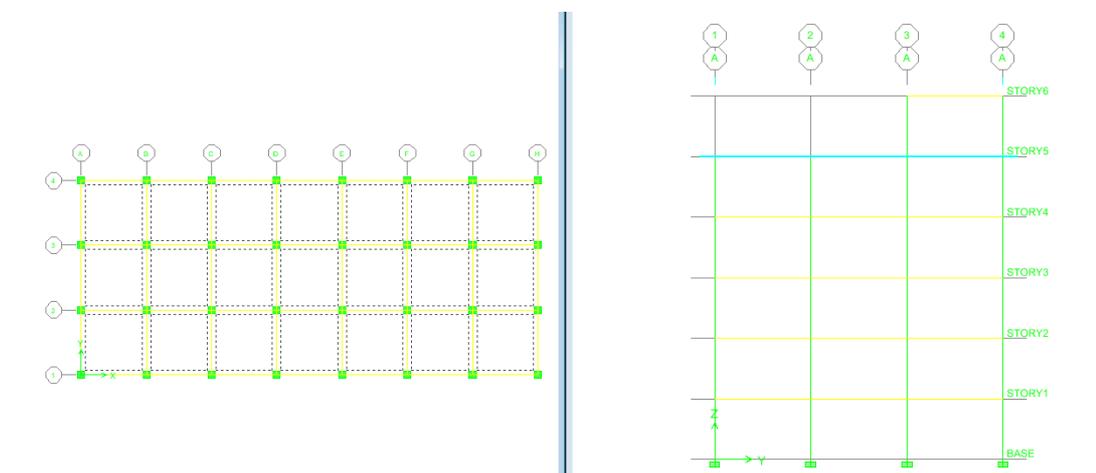
Karena pada bangunan menggunakan plat beton untuk lantainya, maka harus direncanakan tipe plat itu. Langkah – langkah merencanakan plat adalah sebagai berikut :

- a. Klik *Draw Area Object*, kemudian pilih *Create Area at Click*. Kemudian pilih property untuk *Slab*. Lihat Gambar 2.30.



**Gambar 2.26** “ Menu *Draw Area at Click* ”

b. Kemudian klik bagian-bagian yang akan diberi plat. Lihat gambar 2.31.

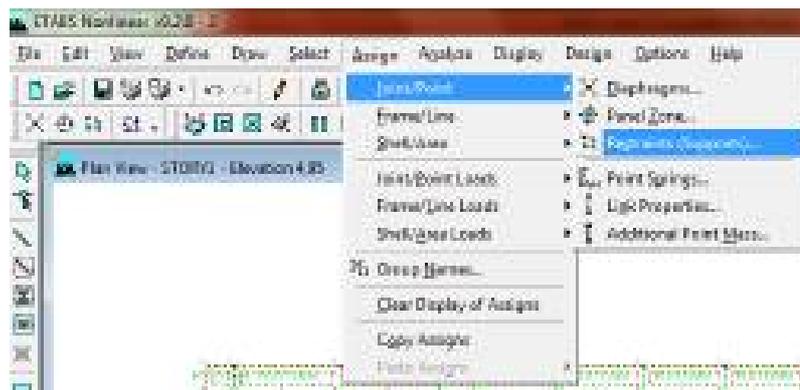


**Gambar 2.27** “ Menu *Draw Area at Click* ”

### 2.8.9 Memasukkan Tumpuan Pada Pondasi Dan Basement

Untuk mengatur jenis tumpuan yang digunakan pada pondasi, langkah – langkahnya adalah sebagai berikut ini :

- a. Klik semua *Joint* atau *Block* semua *joint* pada lantai *Basement*, kemudian klik *Assign Joint/Point* lalu pilih *Restraints ( support )*. Lihat pada Gambar 2.32



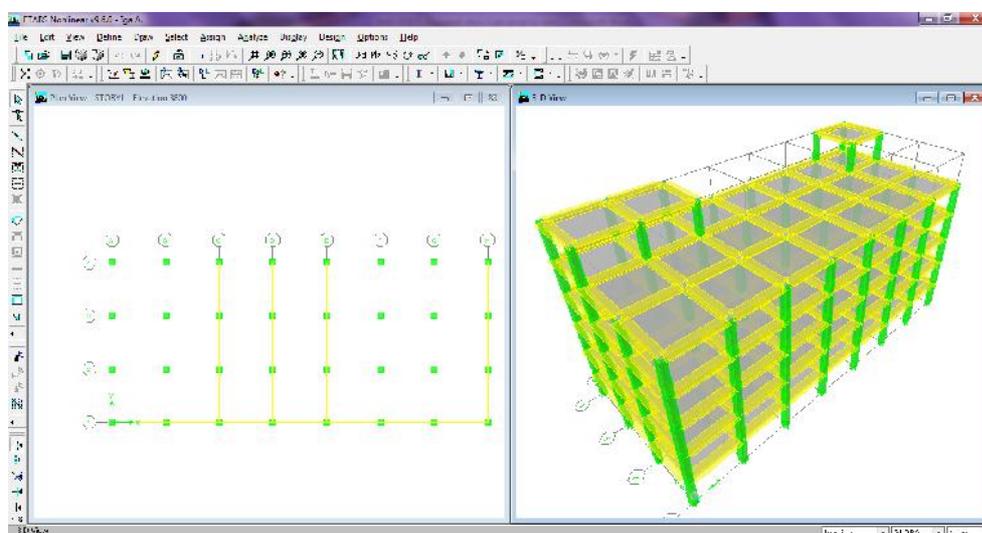
**Gambar 2.28** “ Menu *Assign Joint/Point, Restraints* ”

- b. Setelah itu memberi semua tanda *Check* pada *Restraint* ( karena dianggap pondasi telah mengalami jepit ). Lihat pada Gambar 2.33



**Gambar 2.29** “ *Assign Restraints* ”

Tampilan semua *Joint* setelah di beri *Restraints* Lihat pada Gambar 2.34

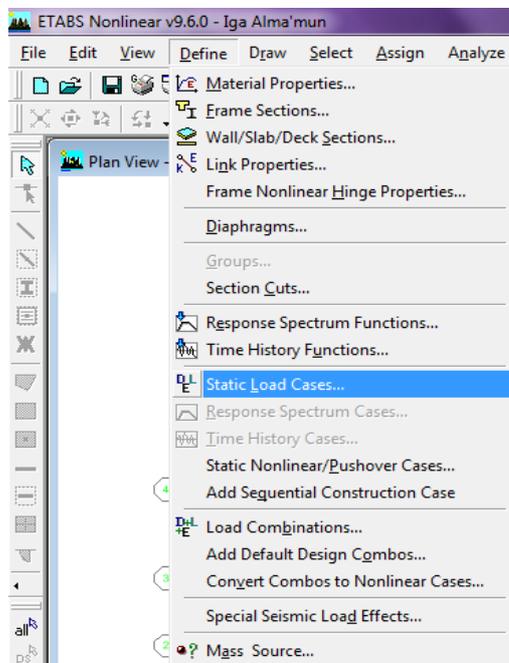


**Gambar 2.30** Tampilan ETABS setelah semua *Restraints* tergambar

### 2.8.10 Menentukan Beban yang Bekerja

Untuk menentukan beban dan memasukkan jenis beban yang bekerja, langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

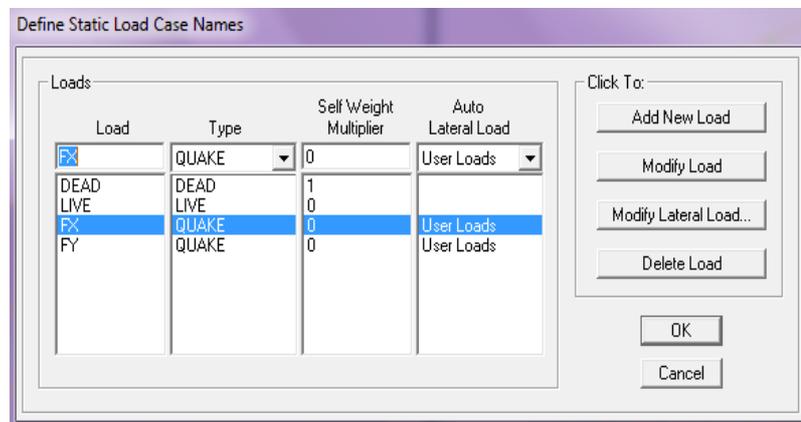
- a. Pilih menu *Define*, kemudian klik *Static Load Case*. Lihat gambar 2.35



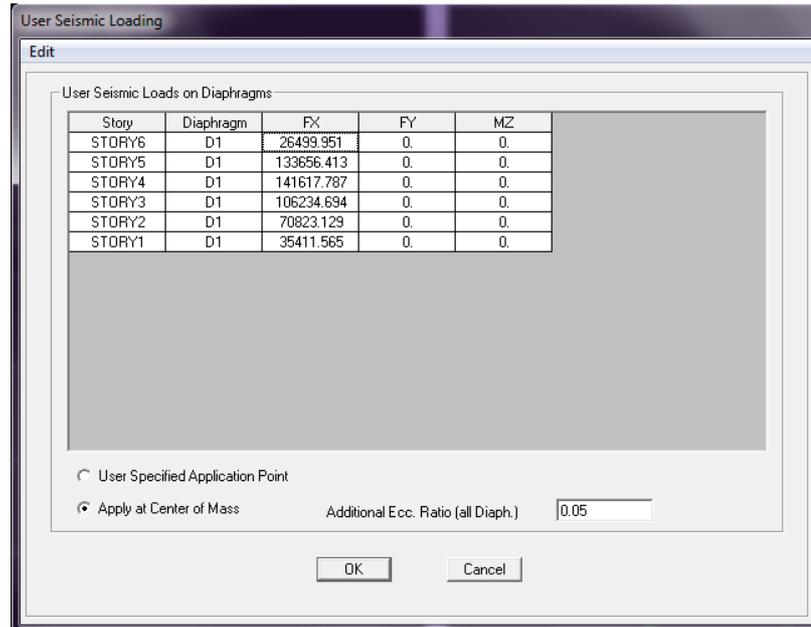
**Gambar 2.31** “ Menu *Define Static Load Case* ”

- b. Masukkan jenis - jenis beban yang bekerja dan juga tipe – tipenya pada kotak dialog *Define Static Load Case Names*. Jenis – jenis yang di isi adalah sebagai berikut :

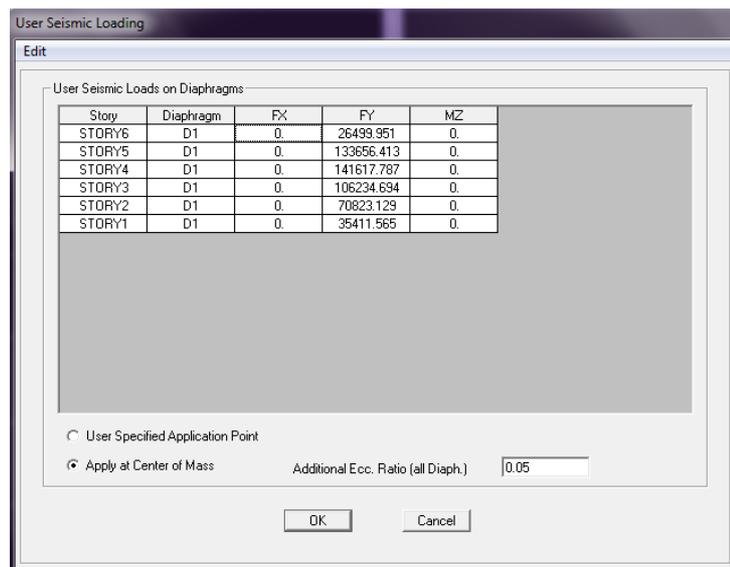
- 1) *Add New Load* untuk menambah jenis beban yang bekerja.
- 2) Untuk beban gempa dipilih *User Loads* kemudian klik *Modify Lateral Load*. Lihat Gambar 2.36.



**Gambar 2.32** “Penentuan Jenis Beban Statis”



**Gambar 2.33** “Distribusi Gaya Geser Pada Tiap Lantai (Fx)”

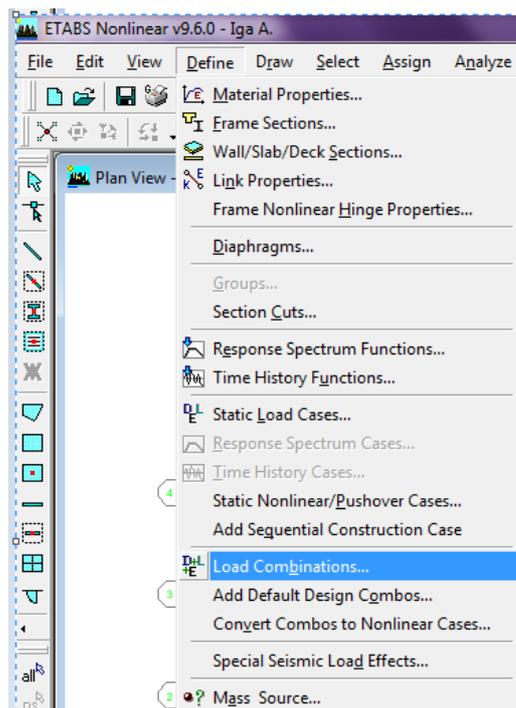


**Gambar 2.34** “Distribusi Gaya Geser Pada Tiap Lantai (Fy)”

### 2.8.11 Menentukan Kombinasi Pembebanan

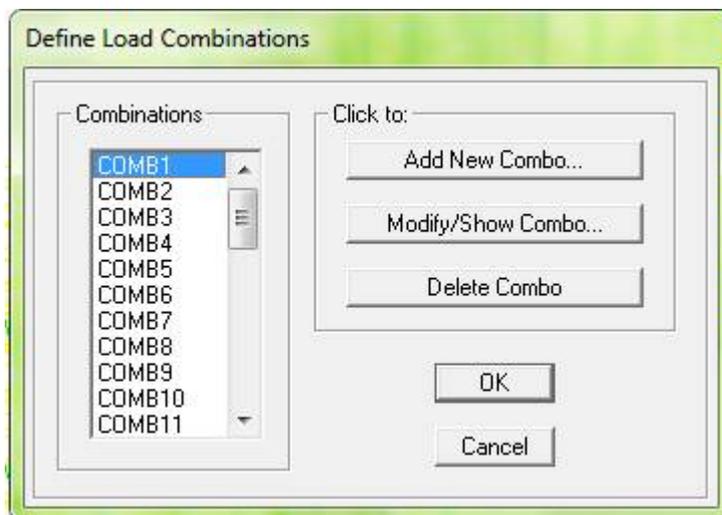
Untuk jenis kombinasi pembebanan di ambil dari SNI Gempa, langkah memasukan kombinasi adalah sebagai berikiut ini:

- a. Pilih menu *define* , kemudian pilih *Load Combination*. Lihat pada Gambar 2.39.



**Gambar 2.35** “ Menu *Define Load Combination* ”

- b. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Define Load Combination*, kemudian isikan semua kombinasi dengan mengklik *Add New Combination* terlebih dahulu. Lihat Gambar 2.40



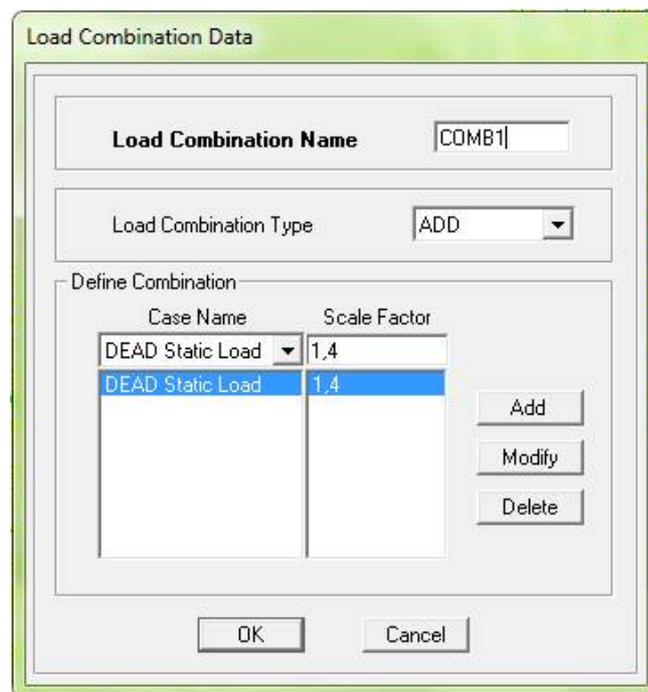
**Gambar 2.36** “ *Define Load Combination* ”

- c. Masukkan data–data kombinasi pembebanan, adapun kotak – kotak yang di isi adalah sebagai berikut :
- 1) *Load Combination Name* = COMB1
  - 2) *Load Combination Type* = ADD
  - 3) *Define Combination*

- a. *Case Name*, yaitu nama beban yang akan digunakan untuk kombinasi.
- b. *Scale Factor*, yaitu besarnya perbandingan beban pada sebuah kombinasi.

Setelah selesai mengisi *Case Name* dan *Scale Factor*, klik *Add* agar beban itu tercantum pada list pembebanan pada *Case Name*, jika ingin mengganti *scale faktor* ataupun *Case Name* dari list itu maka klik *Modify*. Setelah selesai semua klik *OK* untuk melanjutkan ke kombinasi selanjutnya.

Untuk kombinasi-kombinasi pembebanan yang lainnya menggunakan langkah-langkah yang sama, hanya tipe *Case Name* dan besarnya *Scale Factor* yang berbeda – beda. Lihat gambar 2.41

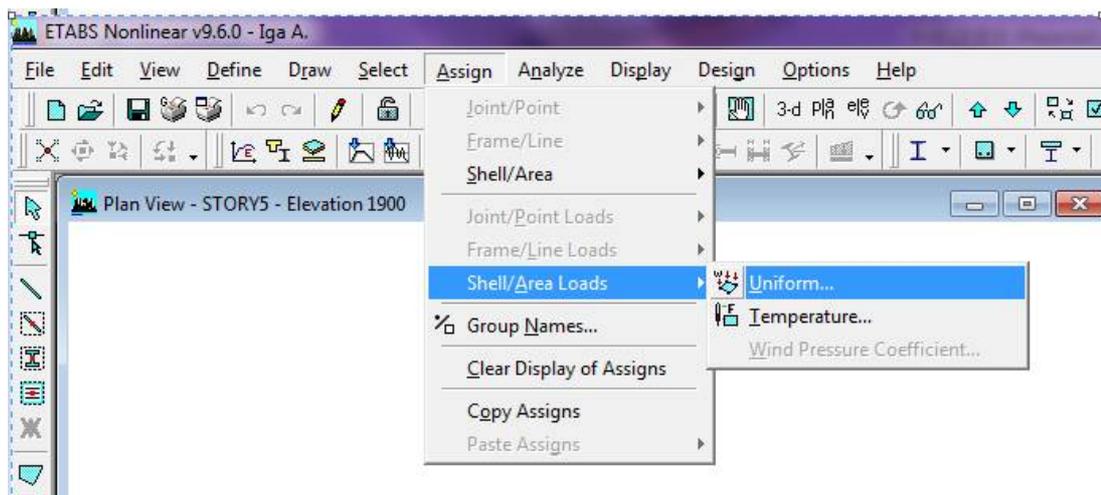


**Gambar 2.37** “ *Load Combination Data (Comb 1)* ”

#### 2.8.12 Memasukkan Beban Plat

Karena bangunan menggunakan plat sebagai lantai , oleh karena itu ada beban pada plat itu sendiri, langkah – langkah untuk memasukkan plat adalah sebagai berikut :

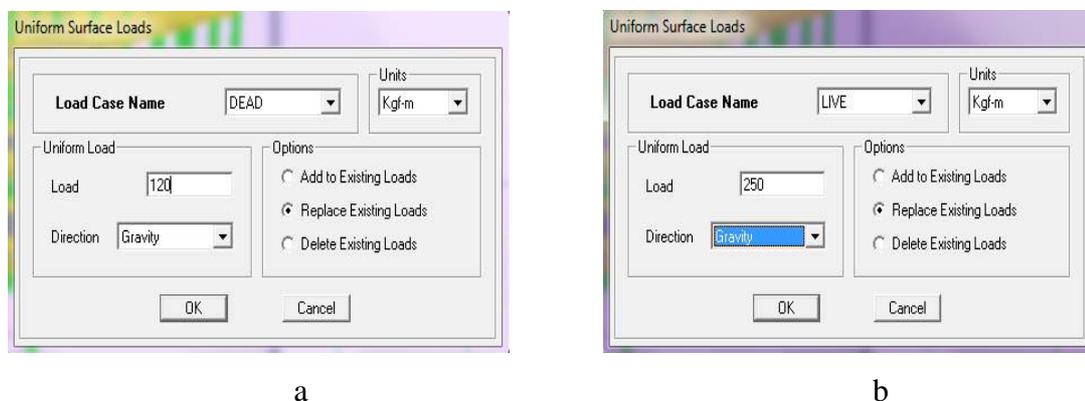
- a. Klik pada plat yang akan dimasukkan beban mati dan juga beban hidup, dengan cara klik *Assign Shell/Area Loads*, kemudian pilih yang *uniform* ( dikarenakan bebanya sama besar/ seragam ). Lihat Gambar 2.42



**Gambar 2.38** “ Menu *Assign Shell / Area Loads* ”

- b. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Uniform Surface Loads*, kemudian pilih *Load Case Name* (jenis beban yang akan dimasukkan).
- 1) *Add Existing loads* untuk menambah beban
  - 2) *Replace Existing Loads* untuk mengganti beban.
  - 3) *Delete Existing Loads* untuk menghapus beban yang telah dimasukkan.

Supaya lebih jelas Lihat Gambar 2.43. (a) dan (b)



a

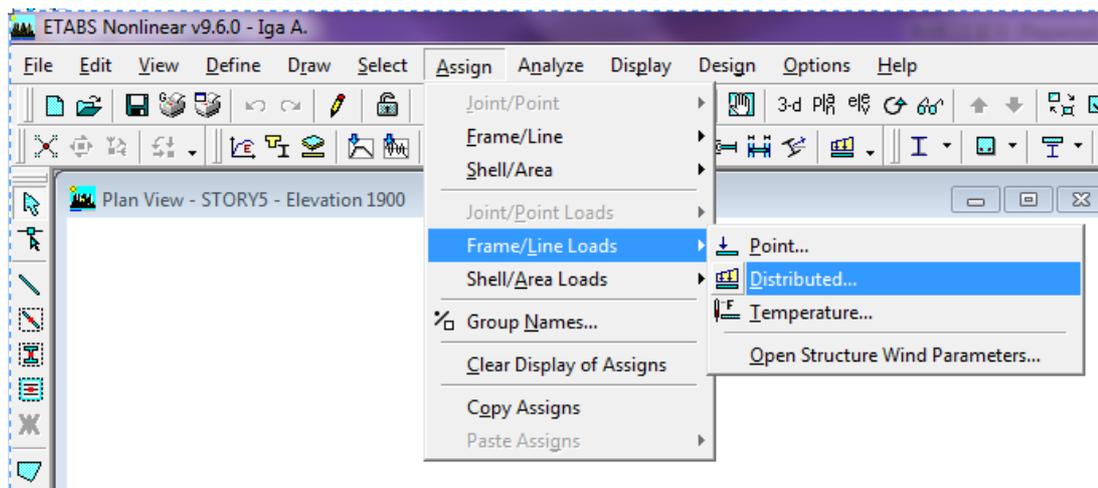
b

**Gambar 2.39** (a) dan (b). Input beban terbagi merata untuk beban mati dan hidup

### 2.8.13 Memasukkan Beban Dinding

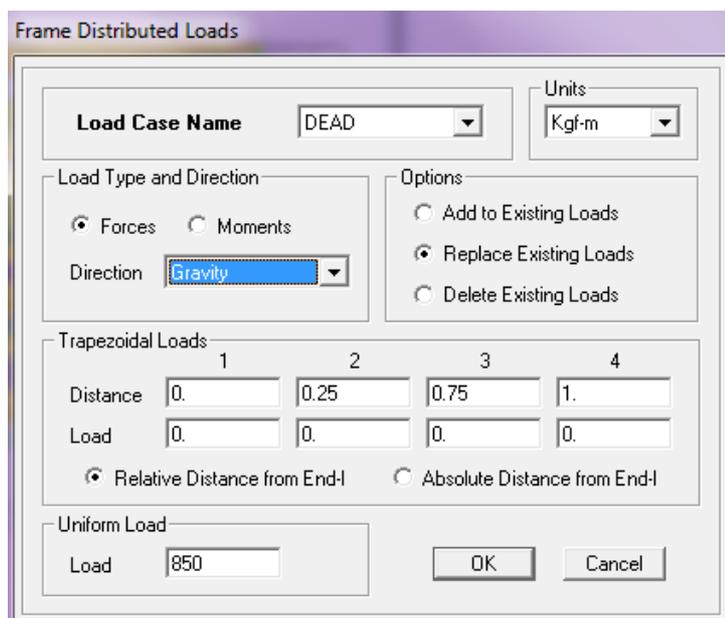
Beban dinding merupakan beban yang harus di masukkan ke dalam struktur , langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Klik frame yang akan dimasukkan beban dinding , kemudian pilih *Assign – Frame Line/Loads – Distributed* ( karena dinding merupakan beban terbagi merata ). Lihat Gambar 2.44



**Gambar 2.40** “ Menu *Frame Line/Loads – Distributed* ”

- b. Pada kotak dialog *Frame Distributed Loads*, masukkan beban pada *Uniform Loads* kemudian klik Ok. lihat Gambar 2.45

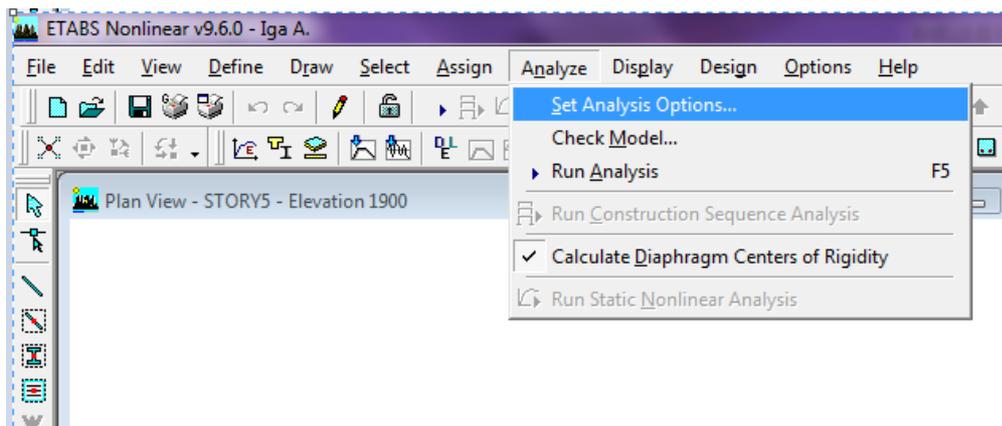


**Gambar 2.41** “ Menu *Frame Distributed Loads* ”

#### 2.8.14 Analisis Struktur

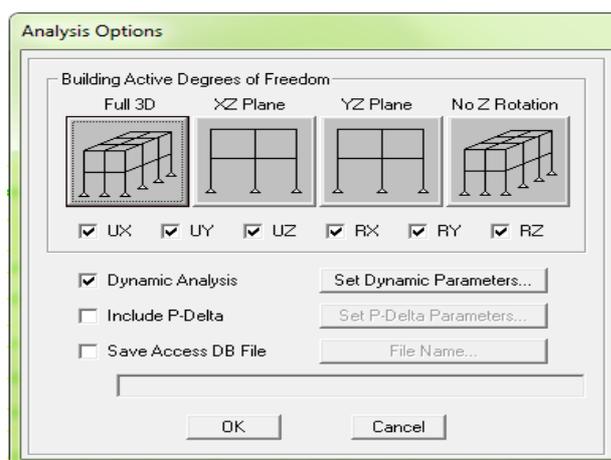
Setelah semua pengaturan pada setiap elemen selesai, sekarang masuk pada tahap Analisis Struktur, langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Pilih *Analyze* pada menu bar, kemudian klik *Set Analysis Option*. Seperti pada Gambar 2.46



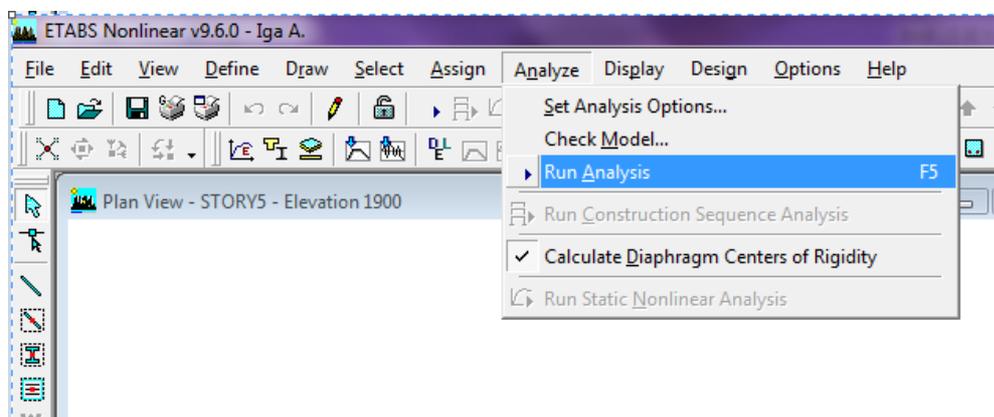
**Gambar 2.42** “ Menu *Set Analysis Option* ”

- b. Pada kotak dialog *Analysis Options* , berikan *Check* semua pada *Building Active Degrees of Freedom* dan juga *Chek* pada *Dynamic Analysis*, dengan mengabaikan efek P- $\Delta$  ( deformasi akibat gem), seperti pada Gambar 2.47



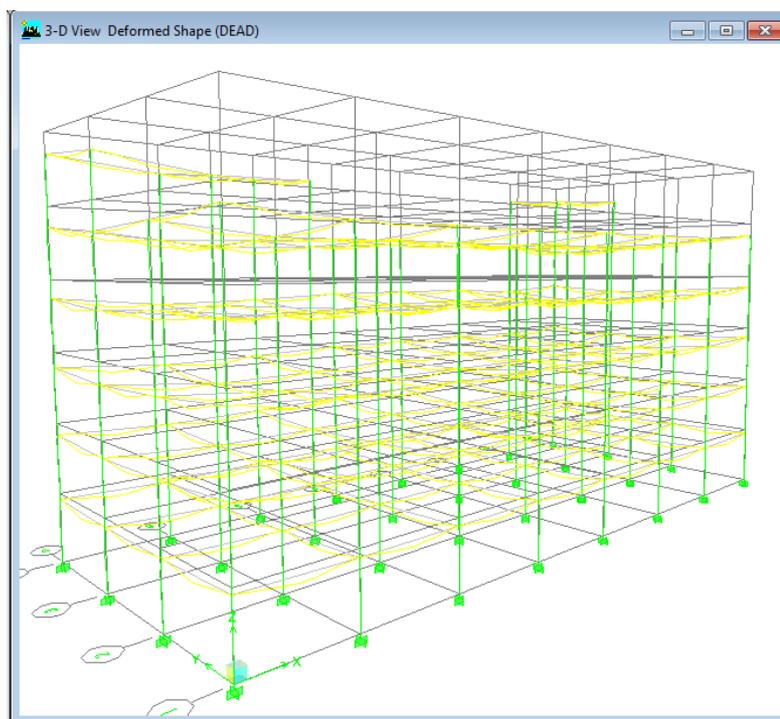
**Gambar 2.43** “ *Analysis Options* ”

- c. Setelah itu klik *Analysis* lalu pilih *Run Analysis*, seperti pada Gambar 2.48



**Gambar 2.44** “ Menu *Run Analysis* ”

- d. Setelah selesai mengeklik *Run* , kemudian akan tampil gambar seperti pada gambar 2.49.



**Gambar 2.45** “ Gambar Setelah di klik *Run* ”

## 2.9 Penulangan

Penulangan adalah pekerjaan pada pembuatan struktur beton bertulang. Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama sama dalam menahan beban.

Fungsi utama baja tulangan pada struktur beton bertulang yaitu untuk menahan gaya tarik, Oleh karena itu pada struktur balok, pelat, fondasi, ataupun struktur lainnya dari bahan beton bertulang, selalu diupayakan agar tulangan longitudinal (tulangan memanjang) dipasang pada serat-serat beton yang mengalami tegangan tarik. Keadaan ini terjadi terutama pada daerah yang menahan momen lentur besar (umumnya di daerah lapangan/tengah bentang, atau di atas tumpuan), sehingga sering mengakibatkan terjadinya retakan beton akibat tegangan lentur tersebut.

## 2.10 Biaya Material

Menyusun perkiraan biaya pembelian material amat kompleks, mulai dari membuat spesifikasi, mencari sumber sampai kepada membayar harganya. Terdapat berbagai alternatif yang tersedia untuk kegiatan tersebut, sehingga bila kurang tepat menanganinya mudah sekali membuat proyek menjadi tidak ekonomis. Harga bahan yang dipakai biasanya harga bahan di tempat pekerjaan, jadi sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi. (Ibrahim, 2007)

### 2.10.1 Penyusunan Anggaran Biaya

Dalam penyusunan anggaran biaya, terlebih dahulu perlu diketahui untuk keperluan apa dan kapan anggaran biaya tersebut dibuat. Hal ini akan berpengaruh pada cara/sistem penyusunan dan hasil yang diharapkan. Penyusunan anggaran biaya terdiri dari instansi/dinas/jawatan (khusus bangunan Negara), perencanaan dan kontraktor. Cara/system penyusunan berbeda-beda meskipun berdasarkan pada prinsip yang sama.

Ada 2 (dua) macam jenis penyusunan anggaran biaya, yaitu :

#### 1. Anggaran biaya kasar / taksiran (*cost estimate*)

Penyusunan anggaran biaya kasar memerlukan bahan-bahan antara lain gambar perencana, keterangan singkat mengenai bahan-bahan bangunan yang digunakan, cara pembuatannya dan persyaratan pokok yang ditentukan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penyusunan anggaran biaya kasar antara lain :

- Jenis dan ukuran bangunan
- Jenis konstruksi (berat atau ringan)
- Lokasi bangunan

Cara perhitungan anggaran biaya kasar

Untuk menghitung anggaran biaya terlebih dahulu perlu disiapkan bahan-bahan yang telah diuraikan termasuk data atau catatab mengenai harga bangunan sejenis yang ada. Selanjutnya perlu ditetapkan ukuran pokok berdasarkan gambar prarencana yang akan dipakai sebagai dasar perhitungan untuk menentukan harga satuan pekerjaan. Yang dimaksud dengan ukuran pokok dalam penulisan adalah untuk bangunan gedung yang dipakai sebagai ukuran pokok adalah luas lantai per m<sup>2</sup>, luas atap per m<sup>2</sup> atau sisi bangunan per m<sup>3</sup> (jarang digunakan)

Perkiraan harga satuan yang digunakan baik untuk perhitungan luas lantai, maupun isi bangunan, tergantung pada :

1. Sifat atau bentuk bangunan yang meliputi : bangunan sederhana, bangunan sedang atau baik, bangunan megah atau monumental.
2. Jenis bangunan yang meliputi : bangunan gedung, rumah tinggal, kantor, sekolah, gedung pertemuan dan sebagainya.
3. Jenis Kontruksi yang meliputi : berat atau ringan dari kontruksi, gedung bertingkat/tidak bertingkat
4. Jenis Bahan-bahan bangunan pokok yang digunakan

Untuk menentukan ukuran pokok dapat ditempuh beberapa cara, yaitu :

1. Luas lantai (ukuran dalam, ukuran sumbu dan ukuran luar).
2. Luas atap (ukuran berdasarkan denah bangunan termasuk tritisan)
3. Isi bangunan, dihitung berdasarkan luas lantai dikalikan tinggi gedung.

Ukuran tinggi gedung dihitung dari tenggah-tengah kedalaman fondasi (separuh tinggi pondasi dari alas pondasi sampai lantai) dengan tenggah-tengah jarak antara talang atau tritisan dan puncak bangunan. Ruang bawah (basement) dihitung penuh. (Sumber : Adminstrasi Kontrak dan Anggaran Borongan)

## 2. Anggaran biaya teliti (*definitive*)

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penyusunan anggaran biaya teliti, antara lain :

1. Peraturan dan syarat-syarat ( Bestek )
2. Gambar rencana atau Gambar Bestek
3. Buku analisa SNI.
4. Peraturan-peraturan normalisasi yang bersangkutan
5. Peraturan-peraturan bangunan negara dan bangunan setempat.
6. Syarat-syarat lain yang diperlukan.

### Cara Menyusun Anggaran Biaya Teliti

Perhitungan yang dibuat untuk menyusun anggaran biaya teliti akan menghasilkan suatu biaya atau harga bangunan dan dengan biaya atau harga tersebut untuk pelaksanaan, bangunan akan terwujud sesuai dengan yang direncanakan. Oleh karena itu anggaran biaya teliti harus disusun dengan teliti, rinci dan selengkap-lengkapnyanya. Sebelum mulai menghitung anggaran biaya teliti perlu diperhatikan ketentuanketentuan sebagai berikut:

1. Semua bahan untuk menyusun anggaran biaya teliti supaya dikumpulkan dan diatur dengan rapi.
2. Gambar-gambar rencana atau gambar bestek dan penjelasan atau keterangan yang tercantum dalam peraturan dan syarat-syarat atau bestek, berita acara atau risalah penjelasan pekerjaan harus selalu dicocokkan satu sama lain.
3. Membuat catatan sebanyak mungkin yang perlu, baik mengenai gambar bestek ataupun bestek.
4. Menentukan sistim yang tepat dan teratur yang akan dipakai dalam perhitungan. ( Sumber : Adminstrasi Kontrak dan Anggaran Borongan )

### **2.11 Volume / kubikasi pekerjaan**

Volume suatu pekerjaan ialah menguraikan secara rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan (Ibrahim, 2007). Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Dibawah ini diberikan beberapa contoh sebagai berikut :

- a. Volume pondasi batu kali = 25 m<sup>3</sup>
- b. Volume atap = 140 m<sup>2</sup>
- c. Volume lisplank = 28 m
- d. Volume angker besi = 40 kg
- e. Volume kunci tanam = 17 buah

Dari contoh di atas dapat diketahui dengan jelas bahwa satuan masing-masing volume pekerjaan, seperti volume pondasi batu kali 25 m<sup>3</sup>, atap 140 m<sup>2</sup>, lisplank 28m, angker besi beton 40 kg dan kunci tanam 17 buah, bukanlah volume dalam arti sesungguhnya melainkan volume dalam satuan, kecuali volume pondasi batu kali 25 m<sup>3</sup> yang merupakan volume sesungguhnya.

Masing-masing volume di atas mempunyai pengertian sebagai berikut :

- Volume pondasi batu kali dihitung berdasarkan isi, yaitu panjang x luas penampang yang sama
- Volume atap dihitung berdasarkan luas, yaitu jumlah luas bidang-bidang atap, seperti segitiga, persegi panjang, trapezium, dan sebagainya
- Volume lisplank dihitung berdasarkan panjang atau luas

- Volume angker besi dihitung berdasarkan berat, yaitu jumlah panjang angker x berat/m
- Volume dikunci dihitung berdasarkan jumlah banyaknya kunci.

### 2.12 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis (Ibrahim, 2007). Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan *Daftar Harga Satuan Bahan*. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas tersendiri. Hal ini menjadi harga material tersebut beragam. Untuk itu sebagai patokan harga biasanya didasarkan pada lokasi daerah bahan tersebut berasal dan sesuai dengan harga patokan dari pemerintah. Misalnya untuk harga semen harus berdasarkan kepada harga patokan semen yang ditetapkan. Untuk menentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU setempat *Daftar Harga Satuan Bahan*.

### 2.13 Rencana Anggaran Biaya Material

Rencana anggaran biaya adalah biaya suatu bangunan atau biaya proyek, sedangkan rencana anggaran biaya material adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan material yang digunakan pada bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya material pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan (Aiman, 2014). Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim, 2007). Pada dasarnya anggaran biaya ini merupakan bagian terpenting dalam

menyelenggarakan pembuatan bangunan itu. Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan harga dari suatu barang, bangunan atau benda.

Dalam menyusun anggaran biaya dalam penelitian ini dilakukan dengan cara anggaran biaya teliti. Anggaran biaya teliti ialah bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya.

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 5 hal pokok, yaitu :

- a. Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya
- b. Menghitung jam kerja buruh (jumlah dan harga) yang diperlukan
- c. Menghitung jenis dan banyaknya peralatan
- d. Menghitung biaya-biaya yang tidak terduga perlu diadakan
- e. Menghitung prosentase keuntungan, waktu, tempat dan jenis pekerjaan