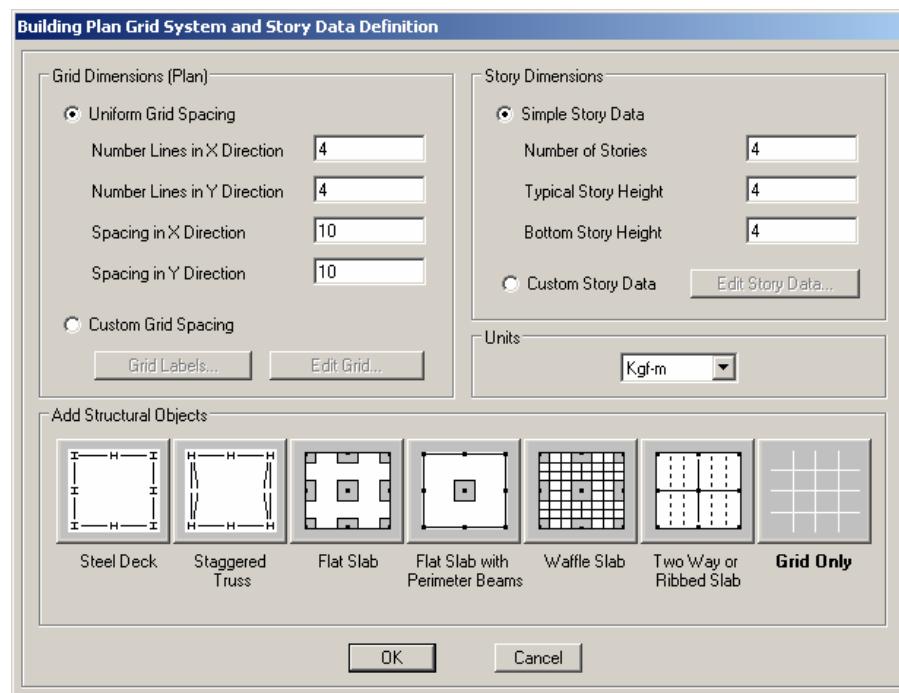


Lampiran 1 - Prosedur pemodelan struktur gedung (SRPMK) untuk kontrol simpangan antar tingkat menggunakan program ETABS V9.04

Pada sub bab ini, analisis struktur akan dihitung serta ditunjukan dengan prosedur pemodelan struktur gedung dengan menggunakan program Etabs V9.04, dengan model 1 sebagai desain yang diambil sebagai contoh pada prosedur pemodelan tersebut. Pada prosedur kali ini akan ditunjukkan beberapa tahapan yang harus dilakukan pada pemodelan struktur (SPRMK), diantaranya adalah:

1. Input data-data pemodelan seperti:

- Satuan : kg-m
- Data-data dimensi gedung:
 - Jumlah lantai : 5 (atap dihitung sebagai lantai)
 - Tinggi tingkat tiap lantai : 4,0 m
 - Jarak antara kolom (as-ke-as) : 10 m



- Data-data material/bahan:

$$\text{berat per unit volume} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{massa per unit volume} = 244,8339 \frac{\text{kg.det}^2}{\text{m}^2}$$

$$\text{Mutu beton : } f'_c = 30 \text{ MPa} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Mutu baja : } f_y = 400 \text{ MPa} \quad (\text{tulangan longitudinal})$$

$$f_{ys} = 400 \text{ MPa} \quad (\text{tulangan transversal})$$

Modulus elastisitas beton:

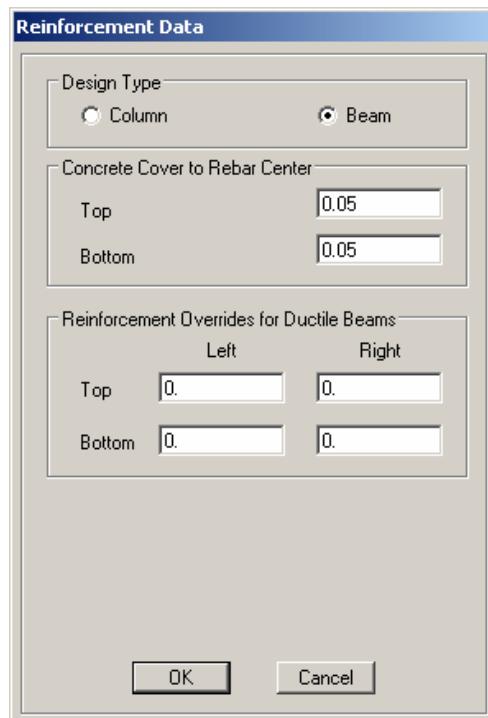
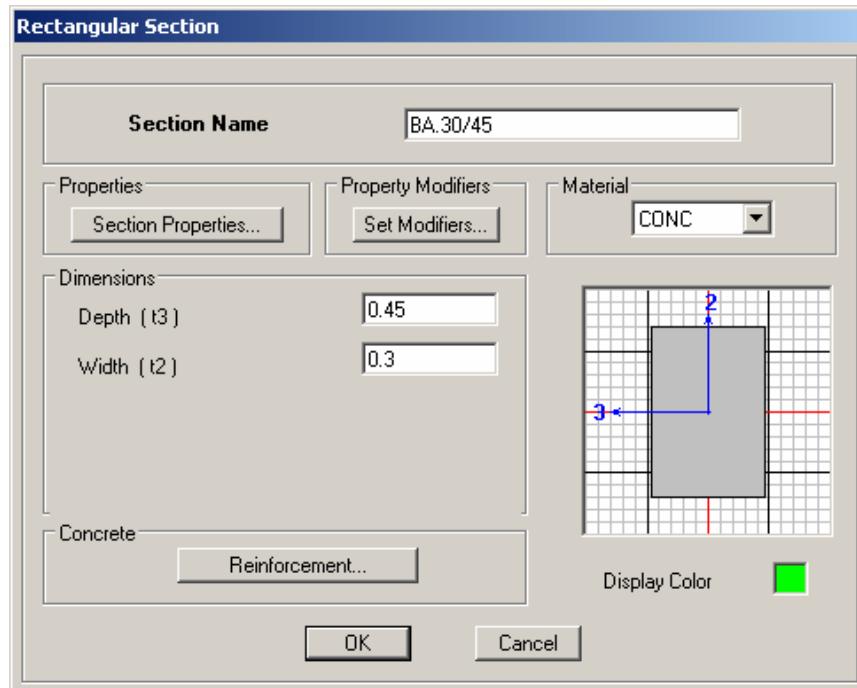
$$E_c = 2,6154 \times 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Material Property Data

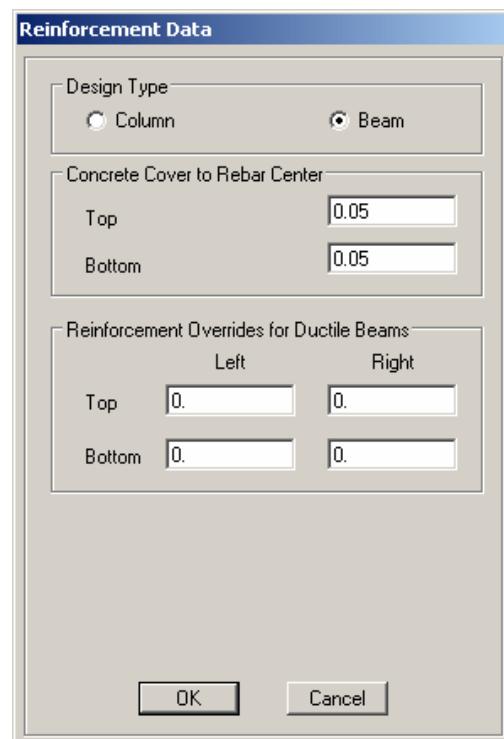
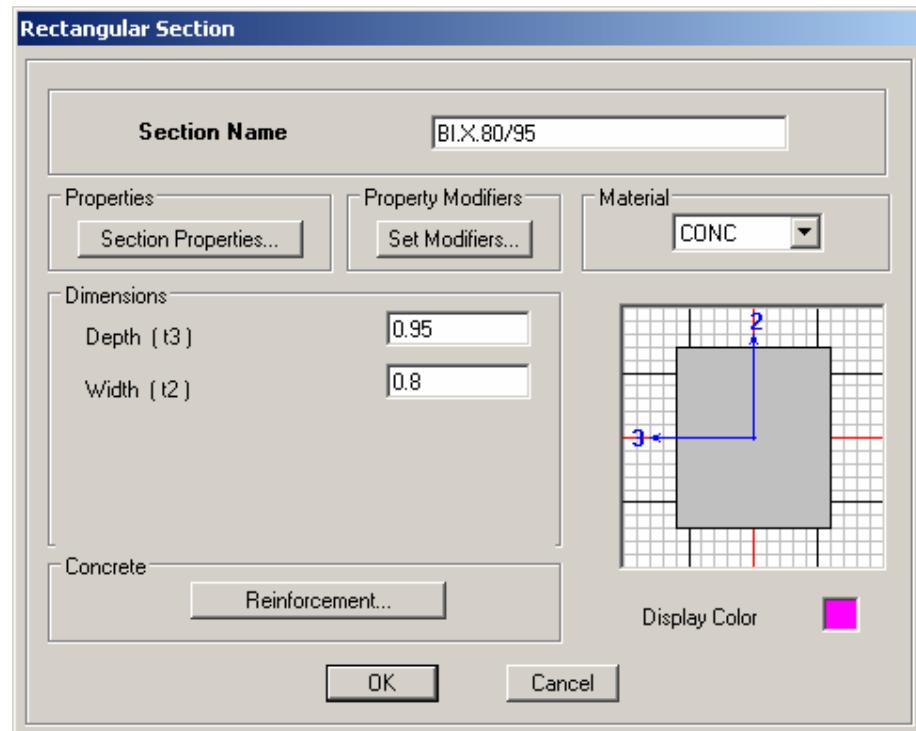
Material Name	<input type="text" value="CONC"/>	Display Color	<input style="background-color: cyan; width: 100px; height: 20px; border: none;" type="color"/>
Type of Material		Type of Design	
<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic		Design	<input type="button" value="Concrete"/>
Analysis Property Data		Design Property Data (ACI 318-99)	
Mass per unit Volume	<input type="text" value="244.8339"/>	Specified Conc Comp Strength, f'c	<input type="text" value="3059148.58"/>
Weight per unit Volume	<input type="text" value="2400."/>	Bending Reinf. Yield Stress, fy	<input type="text" value="40788648."/>
Modulus of Elasticity	<input type="text" value="2.615E+09"/>	Shear Reinf. Yield Stress, fys	<input type="text" value="40788648."/>
Poisson's Ratio	<input type="text" value="0.2"/>	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	<input type="text"/>
Coeff of Thermal Expansion	<input type="text" value="9.900E-06"/>	Shear Strength Reduc. Factor	
Shear Modulus	<input type="text" value="1.090E+09"/>		
<input type="button" value="OK"/>		<input type="button" value="Cancel"/>	

- Data-data dimensi kolom, balok dan pelat:

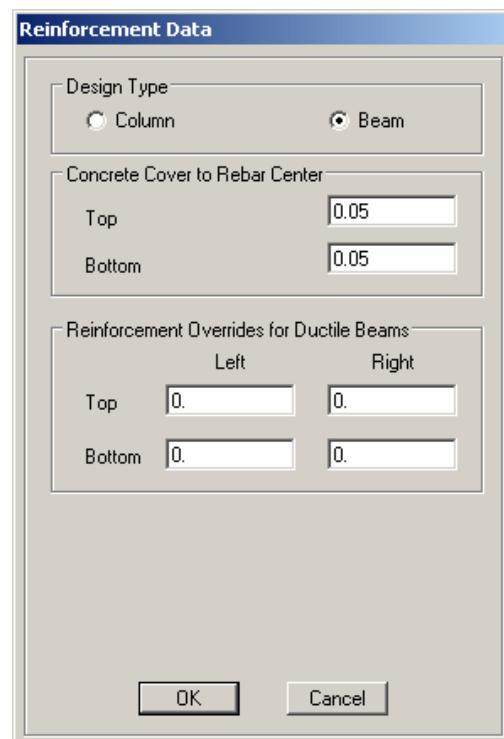
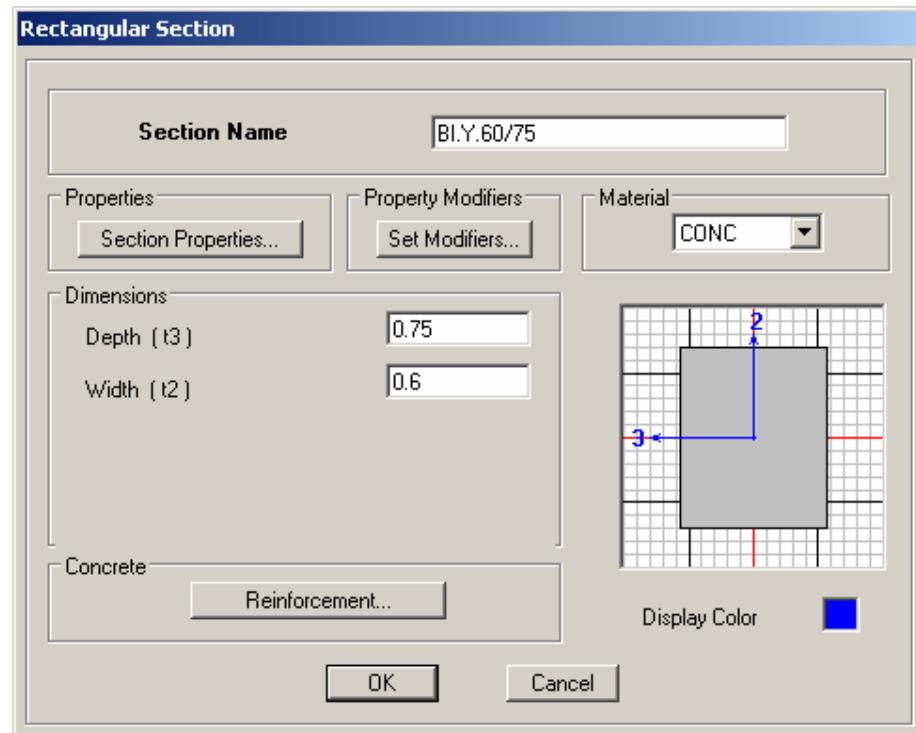
a. Balok Anak



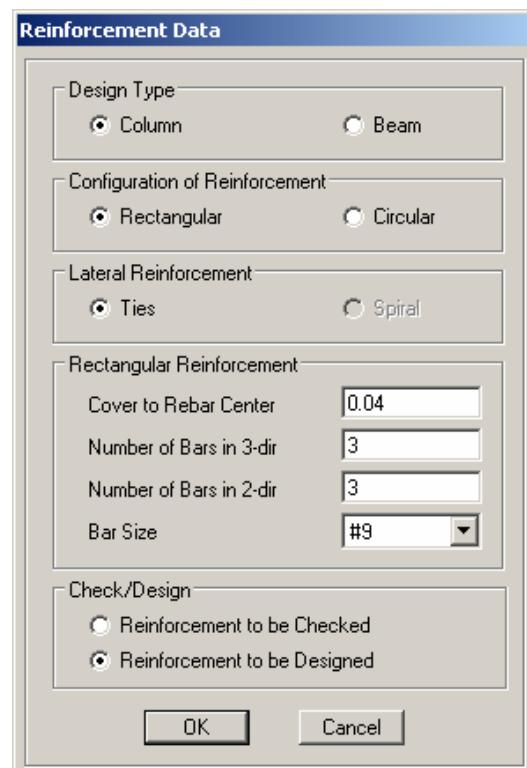
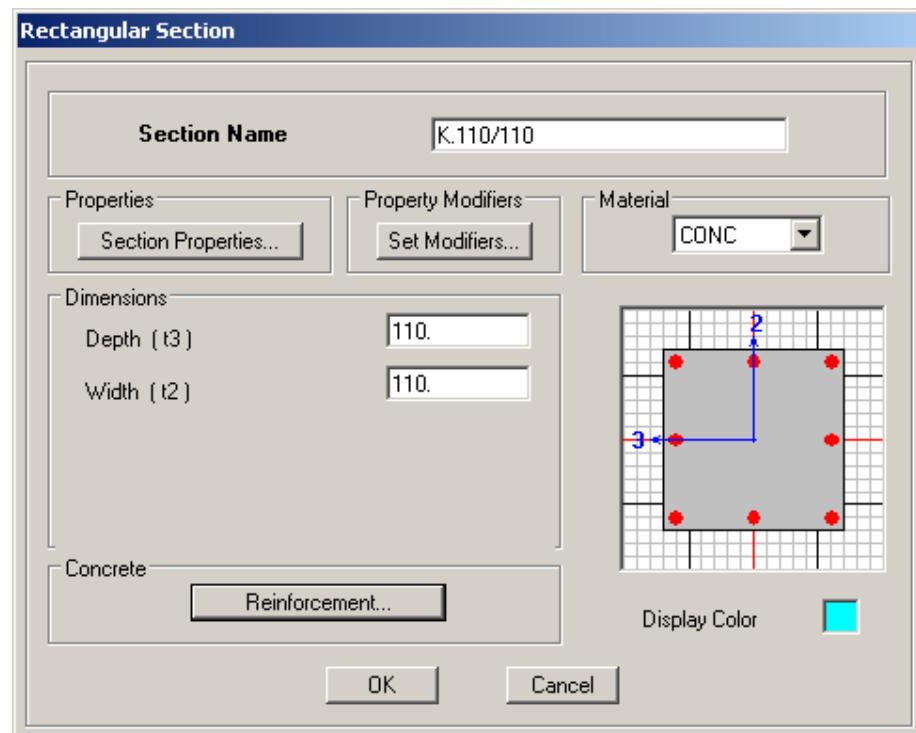
b. Balok Induk arah x



c. Balok Induk arah y

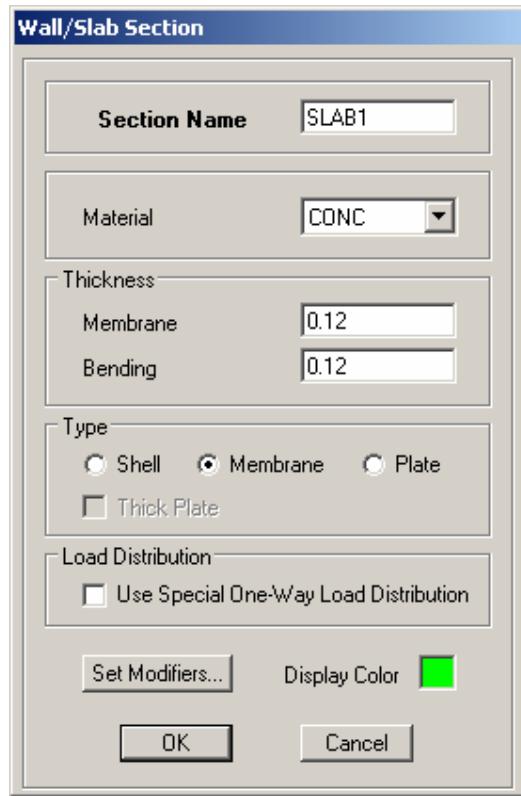


d. Kolom



e. Pelat

Pelat lantai dan pelat atap memiliki tebal yang sama yaitu 12 cm.



- Perletakan

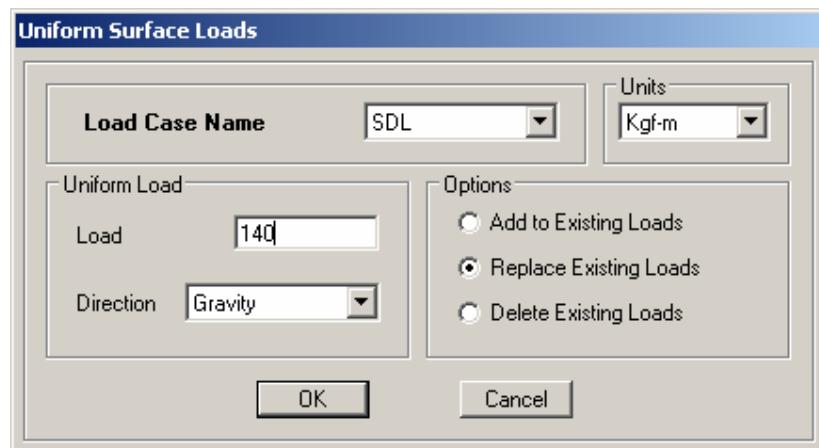
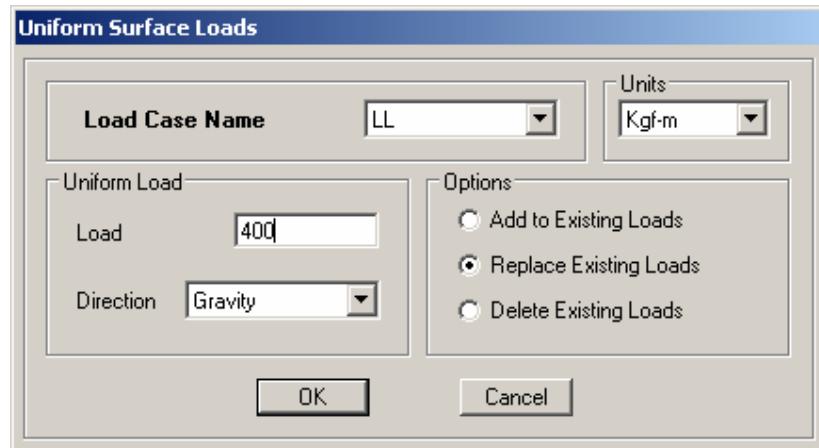
Jenis perletakan yang dipakai adalah jepit.



2. Input beban-beban gravitasi yang bekerja pada struktur gedung (DL, SDI, LL)

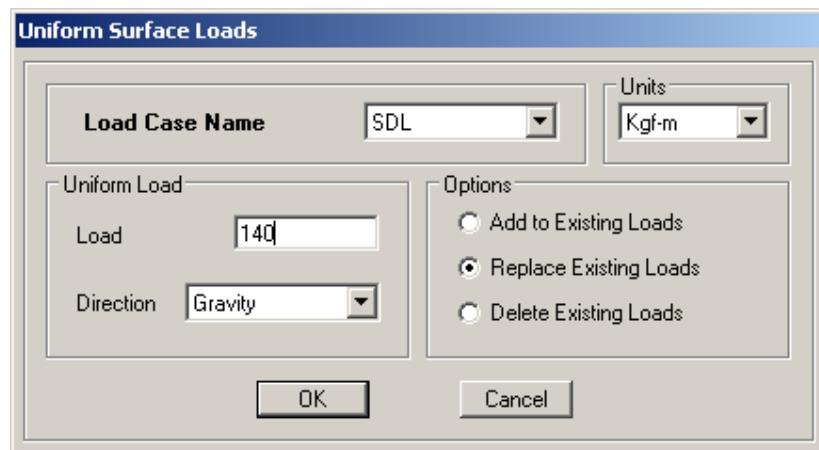
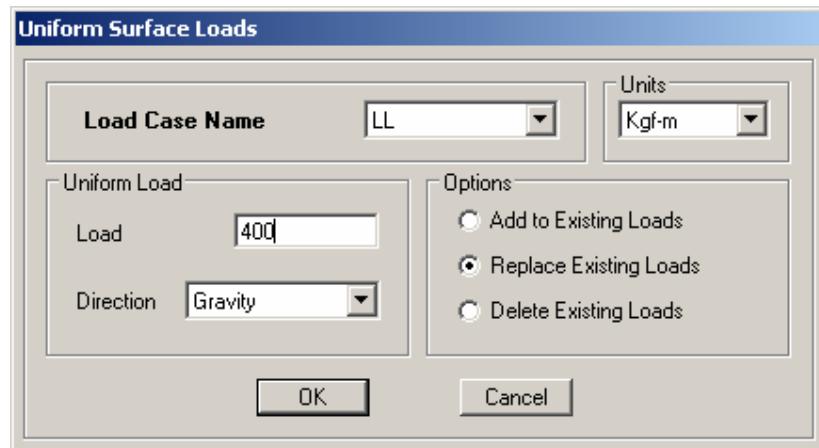
- Pada pelat atap : LL = 400 kg/m^2

$$\text{SDL} = 140 \text{ kg/m}^2$$

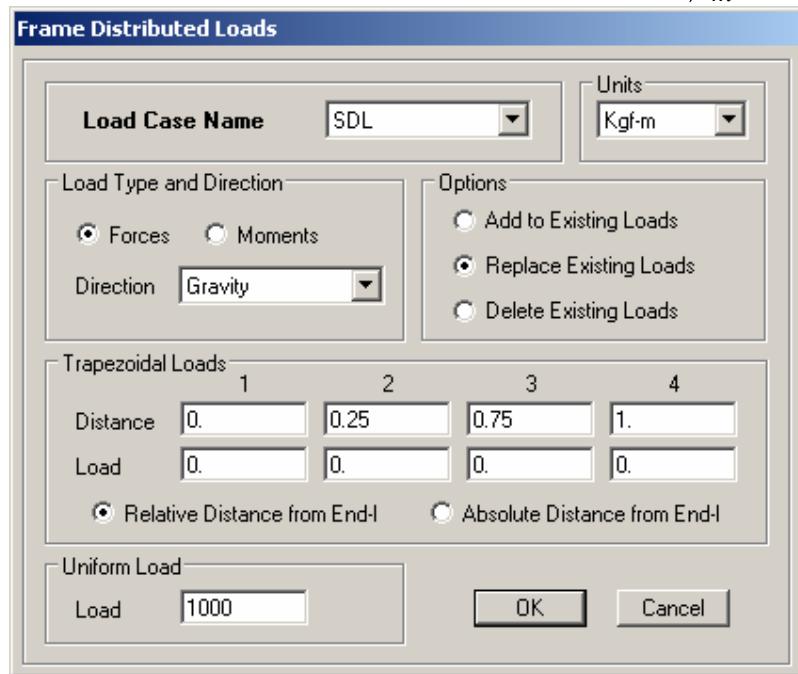


- Pada pelat lantai : LL = 400 kg/m^2

$$\text{SDL} = 140 \text{ kg/m}^2$$



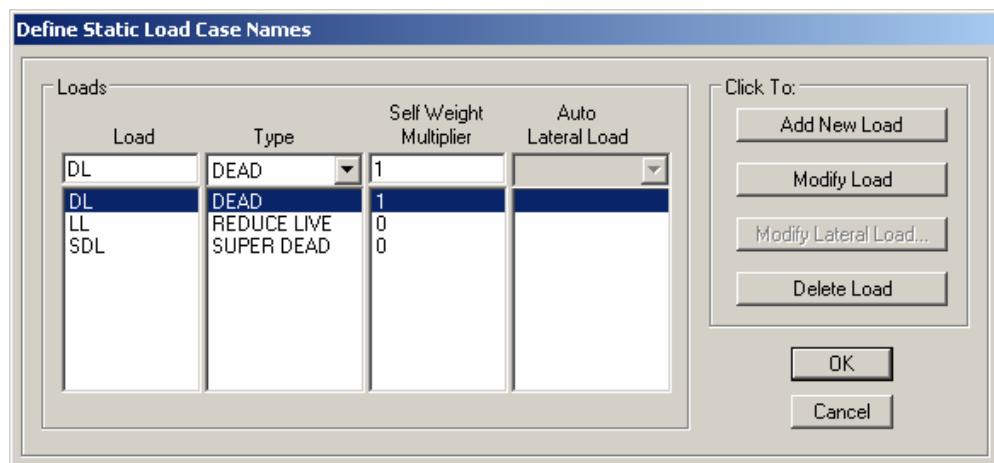
- Pada balok tepi (beban dinding) : $SDL = 1000 \frac{kg}{m^2}$



Catatan:

Berat sendiri struktur dimasukan dalam DL, sehingga *self weight*

multipliernya = 1

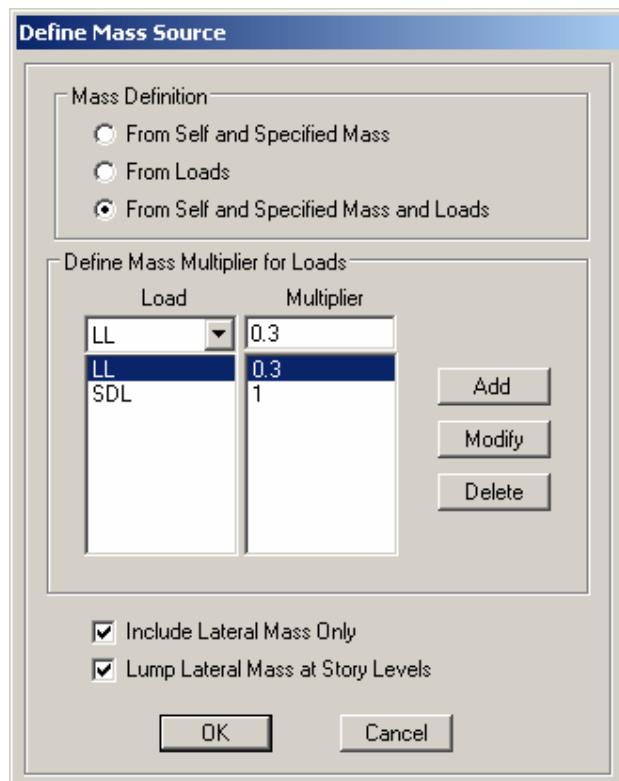


- Define Mass Source

Mass Definition : From Self and Specified Mass and Loads

Define Mass Multiplier for loads : sesuai dengan peraturan pembebanan

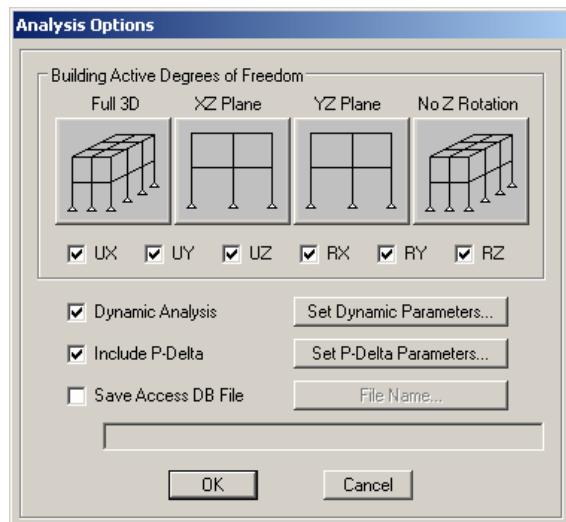
hanya LL yang 30%, beban lainnya 100%.



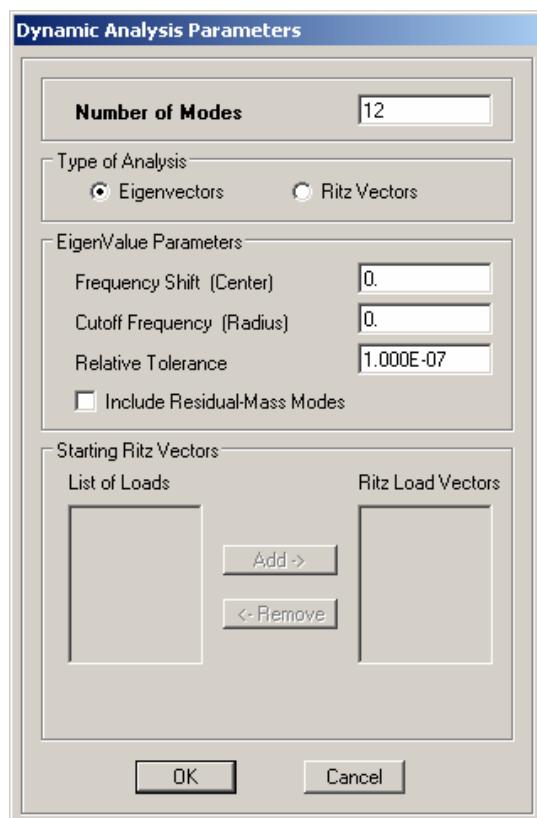
3. lakukan nalysis tahap 1

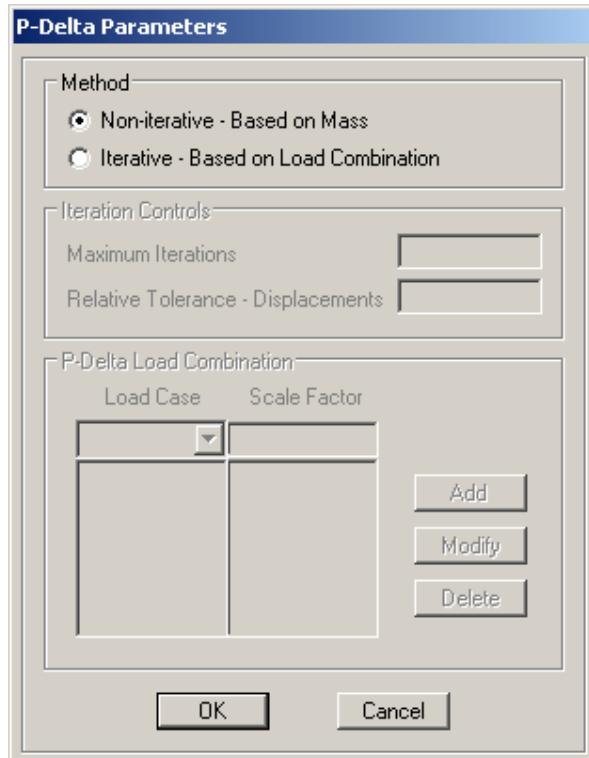
Catatan :

Set Analysis Options

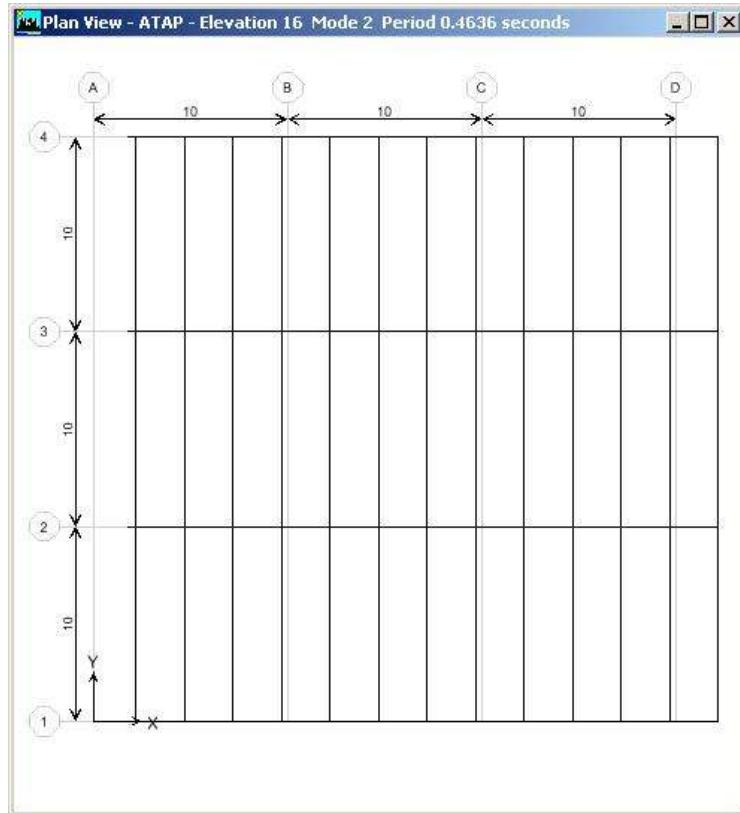
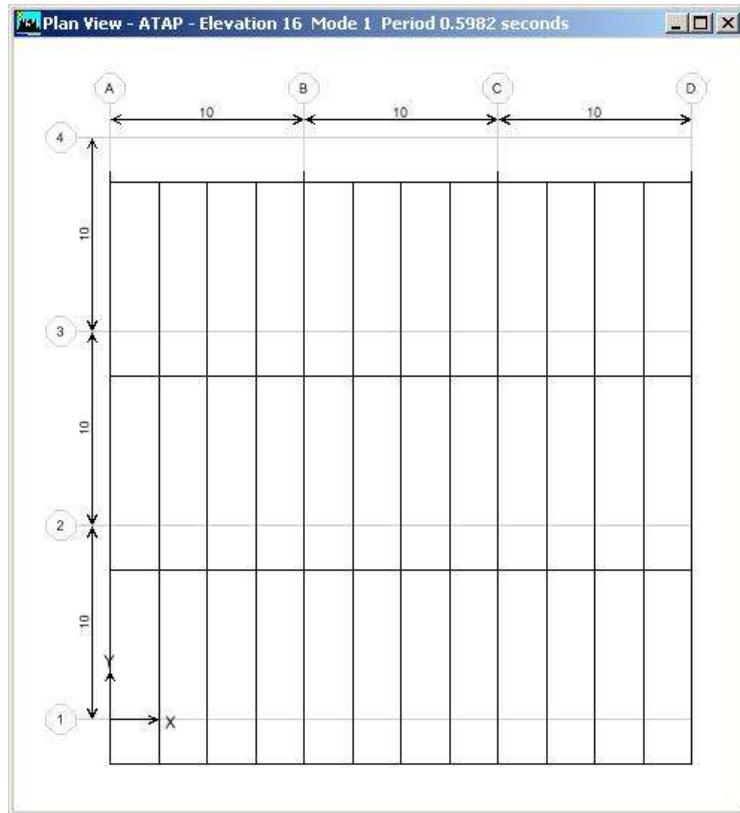


Set Dynamic Parameter : Type of Analysis = Eigenvectors

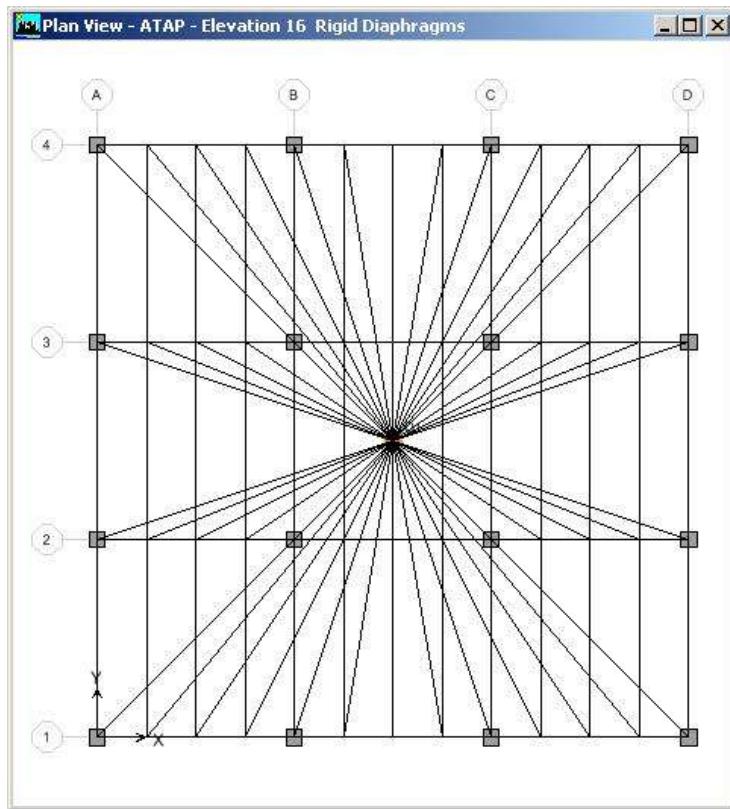


Set P-Delta Parameters : Non-iterative - Based on Mass

4. Berdasarkan analisis tahap 1 dilakukan pengecekan terhadap :
 - Mode : apakah *mode 1* dan *mode 2* dominan translasi, bila dominan rotasi maka struktur diperbaiki karena menunjukkan perilaku yang buruk dan tidak nyaman bagi penghuni saat terjadi gempa, sehingga perlu dilakukan analisis tahap 1 lagi



5. Buat diafragma tiap lantai



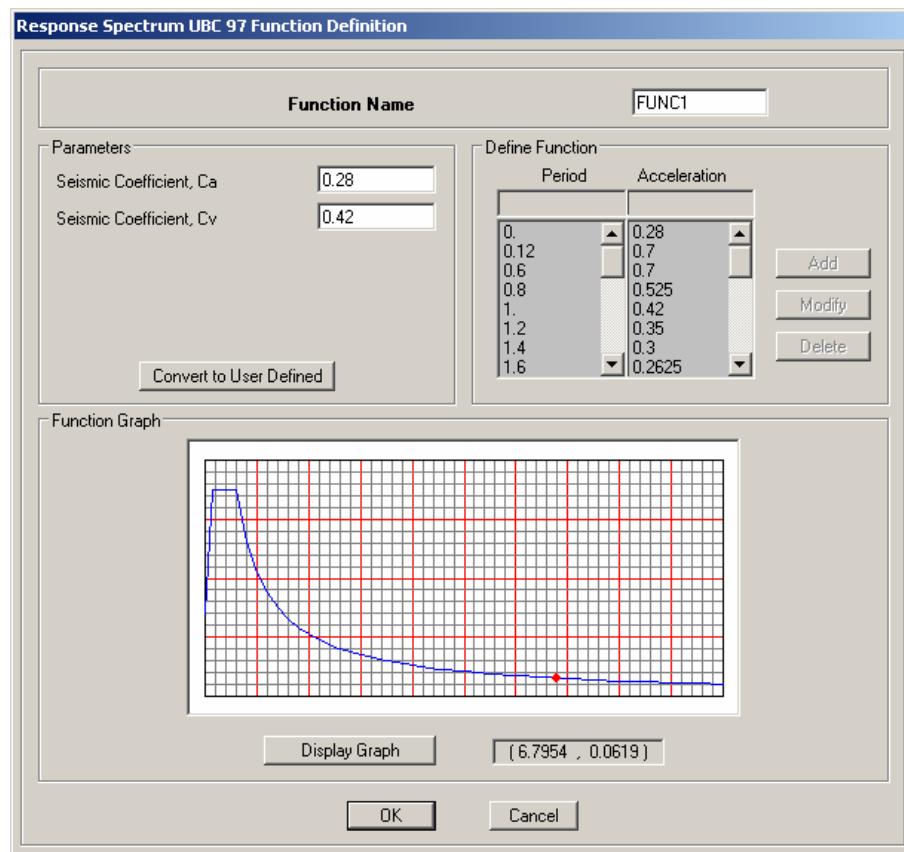
6. Input beban dinamik respon spektrum

- Gunakan *UBC 97 Response Spectrum*

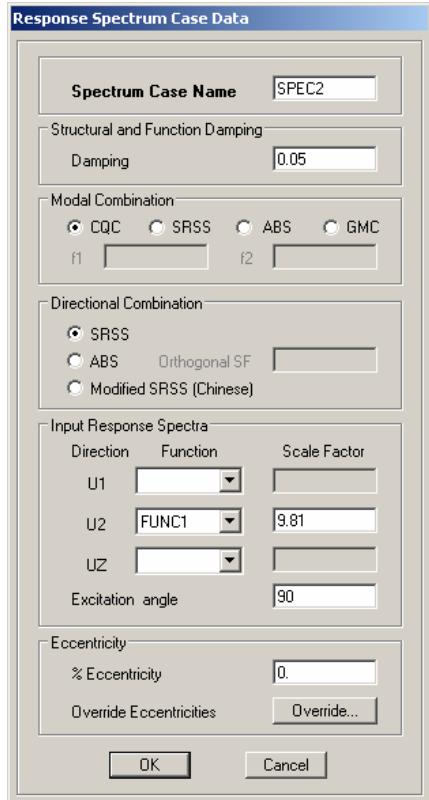
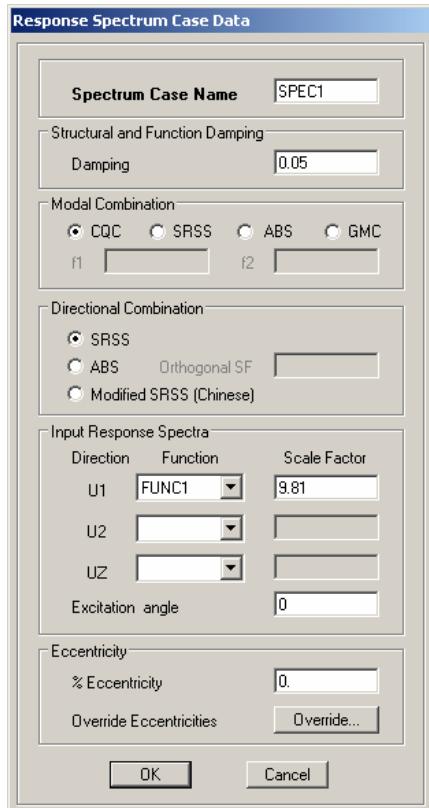
Menurut SNI 03-1726-2002, masukan koefisien Ca dan Cv sesuai dengan wilayah gempa Indonesia (lihat gambar 3.1.2, table 5 & 6)

Wilayah Gempa 4 : $Ca = 0,28$

$$Cv = 0,42$$



- Definisikan Respon Spectra Case, untuk arah U1 (sumbu mayor gunakan *SPEC1*) dan U2 (sumbu minor gunakan *SPEC2*)
- Gunakan *Damping* = 5%, *Modal Combination* = *CQC*, *Directional Combination* = *SRSS*, *Scale Factor* = 9,81 (percepatan gravitasi), *Excitation Angle* = sudut sumbu utama yang telah ditentukan sebelumnya



7. Lakukan analisis tahap 2
8. Berdasarkan analisis tahap 2, dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:
 - *Response Spec Base Reaction* : apakah menghasilkan nilai terbesar pada arah sumbu utama (F1) dan 0 pada sumbu minor (F2), apabila belum menghasilkan nilai seperti diatas maka arah gempa yang diberikan belum tepat pada sumbu utama. Lakukan lagi dengan cara mengubah sudutnya.

Response Spectrum Base Reactions

Spec	Node	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPEC1	1	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	2	U1	2582454.97	0.00	0.00	30614201.989	-38736624.5	
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	5	U1	404527.62	0.00	0.00	29307.364	-6067914.29	
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	8	U1	121523.38	0.00	0.00	324455.026	-182294.68	
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	11	U1	32726.03	0.00	0.00	37599.488	-490890.502	
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	All	All	2619544.04	0.00	0.00	30616586.983	38253160.62	
SPEC2	1	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	2	U2	0.00	2582454.97	0.00	-30614201.989	38736624.5	
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	5	U2	0.00	404527.62	0.00	-29307.364	6067914.29	
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

Pada hasil diatas menunjukkan pada *SPEC1* didapat F1 = 2582454.97 kg

(nilai terbesar pada arah sumbu utama) dan F2 = 0

- Nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebangan gempa nominal akibat gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 80% nilai respon ragam yang pertama. Untuk memenuhinya, maka gaya geser tingkat akibat pengaruh gempa rencana sepanjang tinggi struktur gedung hasil analisis ragam spektrum respon dalam arah tertentu harus dikalikan dengan faktor skala:

$$f = \frac{0,8Vs}{Vd} \geq \frac{1}{R}$$

dimana: V_s = gaya geser dasar statik (kg)

V_d = gaya geser dasar dinamik (kg)

R = faktor reduksi gempa (lihat Tabel 3.2)

- Hitung faktor skala dengan melihat output *Respon Spec Base Reaction* untuk menentukan nilai V_d sedangkan V_s dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \min \left[\frac{2,5.C_a.1}{R} W_t; \frac{C_v.1}{R.T} W_t \right]$$

dimana: W_t = berat total seluruh lantai kecuali base (kg)

T = periode (det.)

Perhitungan faktor skala

Assembled Point Masses

Edit View Assembled Point Masses

Story	Point	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	X
BASE	4	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	5	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	6	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	7	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	8	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	9	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	10	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	11	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	12	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	13	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	14	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	15	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	16	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
ATAP	All	100346.97959	100346.97959	0.000000	0.000000	0.000000	19111678.991	
LANTAI 4	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
LANTAI 3	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
LANTAI 2	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
BASE	All	9479.968608	9479.968608	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Totals	All	476017.5757	476017.5757	0.000000	0.000000	0.000000	95181457.01	

OK

Modal Participation Factors

Edit View Modal Participation Factors

Mode	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass
1	0.598219	0.000000	2041.428604	0.000000	-24648.06138	0.000000	0.000000	11.521247
2	0.463578	-2081.529632	0.000000	0.000000	-24675.88764	0.000000	0.000000	11.521247
3	0.451654	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-29540.63888	11.521247
4	0.159621	0.000000	886.520894	0.000000	-1105.876859	0.000000	0.000000	11.521247
5	0.134891	823.835133	0.000000	0.000000	0.000000	59.685508	0.000000	11.521247
6	0.128886	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-12032.63443	11.521247
7	0.072806	0.000000	563.989810	0.000000	-1417.476915	0.000000	0.000000	11.521247
8	0.067909	-525.078055	0.000000	0.000000	0.000000	-1401.835629	0.000000	11.521247
9	0.063232	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-7727.45254	11.521247
10	0.045587	0.000000	-321.963414	0.000000	474.139474	0.000000	0.000000	11.521247
11	0.044904	-296.509846	0.000000	0.000000	0.000000	-340.302714	0.000000	11.521247
12	0.041071	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-4411.56577	11.521247

OK

Response Spectrum Base Reactions									
Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3	
SPEC1	1	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	2	U1	2582454.97	0.00	0.00	0.000	30614201.989	-38736824.5	
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	4	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	5	U1	404527.62	0.00	0.00	0.000	29307.364	-6067914.290	
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	7	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	8	U1	121529.38	0.00	0.00	0.000	324455.026	-1822940.68	
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	10	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	11	U1	32726.03	0.00	0.00	0.000	37559.488	-490890.502	
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC1	All	All	2619544.04	0.00	0.00	0.000	30616586.583	39293160.62	
SPEC2	1	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC2	2	U2	0.00	2582454.97	0.00	-30614201.989	0.000	38736824.50	
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC2	4	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
SPEC2	5	U2	0.00	404527.62	0.00	-29307.364	0.000	6067914.290	
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	

Diketahui: $I = 1$

$R = 8,5$

$Ca = 0,28 ; Cv = 0,42$

Dari ETABS:

$$Wt = mt \times g = (100346.97959 + 122063.54250 + 122063.54250 + 122063.54250)$$

$$\times 9,81$$

$$= 466537,607 \times 9,81$$

$$= 4576733,925 \text{ kg}$$

$$T = 0,598219 \text{ det}$$

$$Vd = 2619544.04 \text{ kg}$$

$$Vs = \min \left[\frac{2,5 \cdot Ca \cdot 1}{R} Wt; \frac{Cv \cdot 1}{R \cdot T} Wt \right]$$

$$= \min \left[\frac{2,5 \times 0,28 \times 1}{8,5} \times 4576733,925; \frac{0,42 \times 1}{8,5 \times 0,598219} \times 4576733,925 \right]$$

$$= \min[376907,4997;378029,6176]$$

$$= 376907,4997 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,8Vs}{Vd}$$

$$= \frac{0,8 \times 376907,4997}{2619544,04}$$

$$f = \max\left[\frac{0,8Vs}{Vd}; \frac{1}{R}\right]$$

$$f = \max[0,11510629;0,117647058]$$

$$= 0,117647058$$

$$f^* = f \times g$$

$$= 0,117647058 \times 9,81$$

$$= 1,15411765 \text{ } m/\text{det}^2$$

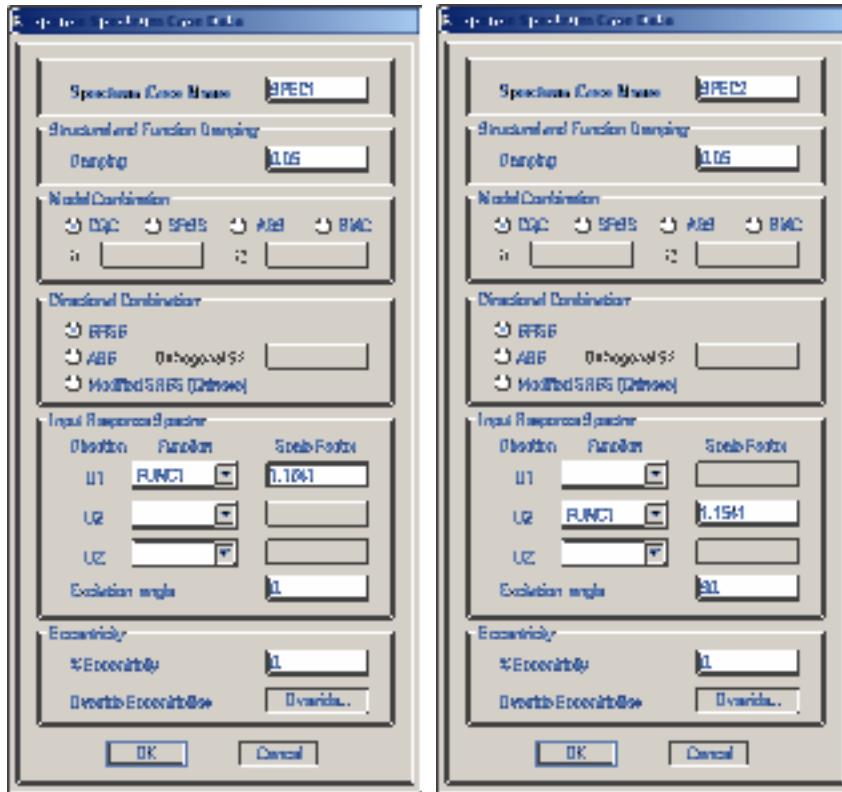
(kemudian f^* dimasukkan ke dalam ETABS untuk analisis berikutnya)

Kemudian digunakan *SPEC1* dan *SPEC2* dengan data sebagai berikut :

Directional Combination: SRSS

Input *Response Spectra* diisikan untuk *SPEC1* dengan arah U1 dan *SPEC2*

dengan arah U2, dan dengan faktor skala f^* yang telah didapat di atas



- Lakukan analisis tahap 3, kemudian lakukan kontrol simpangan antar tingkat berdasarkan output ETABS tersebut di atas (lihat Tabel 4.1 untuk model 1 & 4.2 untuk model 2).

(Pada Tugas Akhir ini gedung dianggap cukup jauh dari bangunan-bangunan lain sehingga batas lahan tidak perlu dikontrol)

Lampiran 2 - Prosedur pemodelan struktur gedung (SRPMK) untuk keperluan desain menggunakan program ETABS V9.04

Untuk langkah-langkah pemodelan hamper sama dengan langkah-langkah pemodelan untuk kontrol simpangan antar tingkat, yaitu pada langkah 1 sampai langkah 7. Untuk selanjutnya ada sedikit perbedaan, seperti di bawah ini:

8. Berdasarkan analisis tahap 2, dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

- *Response Spec Base Reaction:* apakah menghasilkan nilai terbesar pada arah sumbu utama (F1) dan 0 pada sumbu minor (F2), apabila belum menghasilkan nilai seperti diatas maka arah gempa yang diberikan belum tepat pada sumbu utama. Lakukan lagi dengan mengubah sudutnya.

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPEC1	1	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	2	U1	2582454.97	0.00	0.00	0.000	30614201.989	-38736824.5
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	5	U1	404527.62	0.00	0.00	0.000	29307.364	-6067914.29
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	8	U1	121529.38	0.00	0.00	0.000	324455.026	-1822940.68
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	11	U1	32726.03	0.00	0.00	0.000	37559.488	-490890.502
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	All	All	2619544.04	0.00	0.00	0.000	30616586.583	39293160.62
SPEC2	1	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	2	U2	0.00	2582454.97	0.00	-30614201.989	0.000	38736824.50
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	5	U2	0.00	404527.62	0.00	-29307.364	0.000	6067914.290
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

Pada hasil diatas menunjukkan pada *SPEC1* didapat $F1 = 2582454,97 \text{ kg}$ (nilai terbesar pada arah sumbu utama) dan $F2 = 0$

- Nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebatan gempa nominal akibat gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 80% nilai respon ragam yang pertama. Untuk memenuhinya, maka gaya

geser tingkat akibat pengaruh gempa rencana sepanjang tinggi struktur gedung hasil analisis ragam spektrum respon dalam arah tertentu harus dikalikan dengan faktor skala:

$$f = \frac{0,8Vs}{Vd} \geq \frac{1}{R}$$

dimana: Vs = gaya geser dasar statik (kg)

Vd = gaya geser dasar dinamik (kg)

R = faktor reduksi gempa (lihat Tabel 3.2)

- Hitung faktor skala dengan melihat output *Respon Spec Base Reaction* untuk menentukan nilai Vd sedangkan Vs dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Vs = \min \left[\frac{2,5.Ca.1}{R} Wt; \frac{Cv.1}{R.T} Wt \right]$$

dimana: Wt = berat total seluruh lantai kecuali base (kg)

T = periode (det.)

$$T_{ETABS} \leq 1,2Ta \rightarrow T = T_{ETABS}$$

$$T_{ETABS} > 1,2Ta \rightarrow T = Ta$$

dimana: $Ta = 0,0731H^{3/4}$

Perhitungan faktor skala

Assembled Point Masses

Edit View

Assembled Point Masses

Story	Point	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	X
BASE	4	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	5	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	6	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	7	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	8	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	9	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	10	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	11	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	12	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	13	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	14	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	15	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	16	592.498038	592.498038	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
ATAP	All	100346.97959	100346.97959	0.000000	0.000000	0.000000	19111678.991	
LANTAI 4	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
LANTAI 3	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
LANTAI 2	All	122063.54250	122063.54250	0.000000	0.000000	0.000000	25356592.674	
BASE	All	9479.968608	9479.968608	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Totals	All	476017.5757	476017.5757	0.000000	0.000000	0.000000	95181457.01	

[◀ ▶] [OK]

Modal Participation Factors

Edit View

Modal Participation Factors

Mode	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass
► 1	0.598219	0.000000	2041.428604	0.000000	-24648.06138	0.000000	0.000000	11.521247
2	0.463578	-2081.529632	0.000000	0.000000	-24675.88764	0.000000	0.000000	11.521247
3	0.451654	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-29540.63888	11.521247
4	0.159621	0.000000	886.520894	0.000000	-1105.876859	0.000000	0.000000	11.521247
5	0.134891	823.835133	0.000000	0.000000	0.000000	59.685508	0.000000	11.521247
6	0.128886	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-12032.63443	11.521247
7	0.072806	0.000000	563.989810	0.000000	-1417.476915	0.000000	0.000000	11.521247
8	0.067909	-525.078055	0.000000	0.000000	0.000000	-1401.835629	0.000000	11.521247
9	0.063232	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-7727.45254	11.521247
10	0.045587	0.000000	-321.963414	0.000000	474.139474	0.000000	0.000000	11.521247
11	0.044904	-296.509846	0.000000	0.000000	0.000000	-340.302714	0.000000	11.521247
12	0.041071	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-4411.56577	11.521247

[◀ ▶] [OK]

Response Spectrum Base Reactions								
Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPEC1	1	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	2	U1	2582454.97	0.00	0.00	0.000	30614201.989	-38736824.57
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	5	U1	404527.62	0.00	0.00	0.000	29307.364	-6067914.290
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	8	U1	121529.38	0.00	0.00	0.000	324455.026	-1822940.688
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	11	U1	32726.03	0.00	0.00	0.000	37559.488	-490890.502
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	All	All	2619544.04	0.00	0.00	0.000	30616586.583	39293160.62
SPEC2	1	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	2	U2	0.00	2582454.97	0.00	-30614201.989	0.000	38736824.50
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	5	U2	0.00	404527.62	0.00	-29307.364	0.000	6067914.290
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

Diketahui: $I = 1$

$$R = 8,5$$

$$H = 16 \text{ m}$$

$$Ca = 0,28 ; Cv = 0,42$$

Dari ETABS:

$$Wt = mt \times g = (100346.97959 + 122063.54250 + 122063.54250 + 122063.54250) \times 9,81$$

$$= 466537,607 \times 9,81$$

$$= 4576733,925 \text{ kg}$$

$$T_{ETABS} = 0,598219 \text{ det}$$

$$Vd = 2619544,04 \text{ kg}$$

$$Ta = 0,0731H^{3/4}$$

$$= 0,5848 \text{ det.}$$

$$1,2 Ta = 0,70176 \text{ det.} \geq T_{ETABS} = 0,598219 \text{ det.} \rightarrow T = T_{ETABS} = 0,598219 \text{ det.}$$

$$\begin{aligned}
 Vs &= \min \left[\frac{2,5 \cdot Ca \cdot 1}{R} Wt; \frac{Cv \cdot 1}{R \cdot T} Wt \right] \\
 &= \min \left[\frac{2,5 \times 0,28 \times 1}{8,5} \times 4576733,925; \frac{0,42 \times 1}{8,5 \times 0,598219} \times 4576733,925 \right] \\
 &= \min [376907,4997; 378029,6176] \\
 &= 376907,4997 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

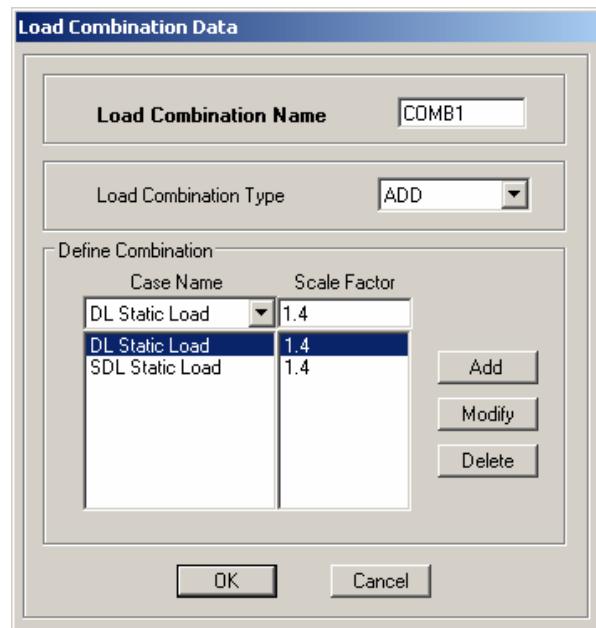
$$\begin{aligned}
 f &= \frac{0,8Vs}{Vd} \\
 &= \frac{0,8 \times 376907,4997}{2619544,04} \\
 f &= \max \left[\frac{0,8Vs}{Vd}; \frac{1}{R} \right] \\
 f &= \max [0,11510629; 0,117647058] \\
 &= 0,117647058 \\
 f^* &= f \times g \\
 &= 0,117647058 \times 9,81 \\
 &= 1,15411765 \text{ m/det}^2
 \end{aligned}$$

(kemudian f^* dimasukan ke dalam ETABS untuk analisis berikutnya)

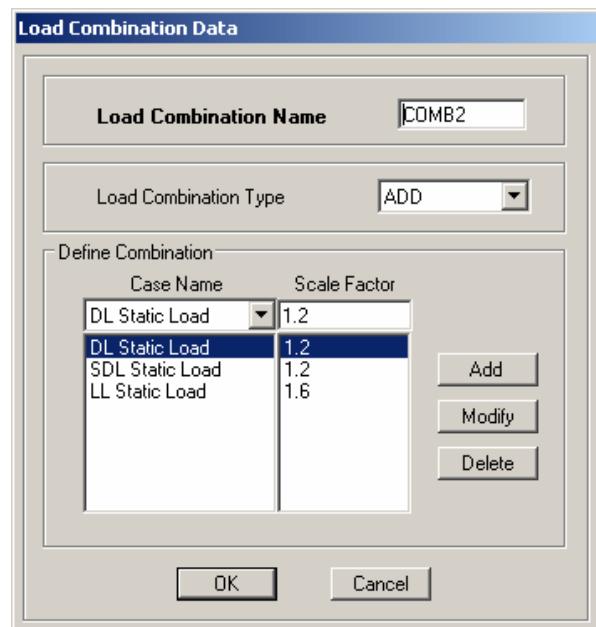
9. Input data *Load Combination*

Adapun kombinasinya adalah:

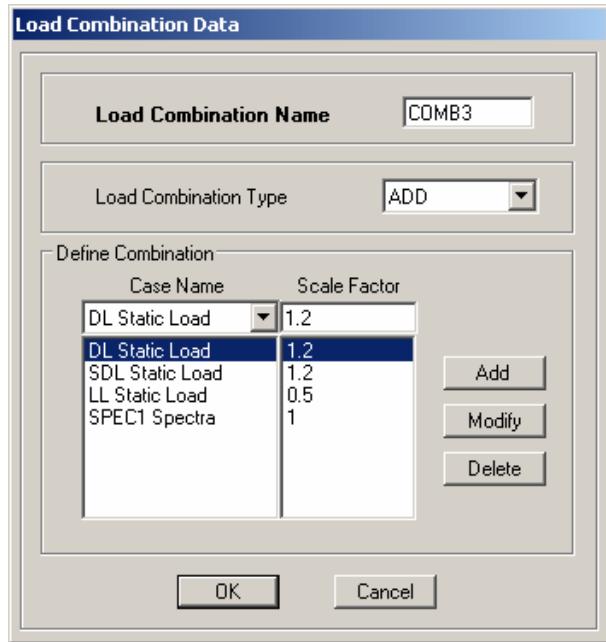
- 1) 1,4 DL + 1,4 SDL



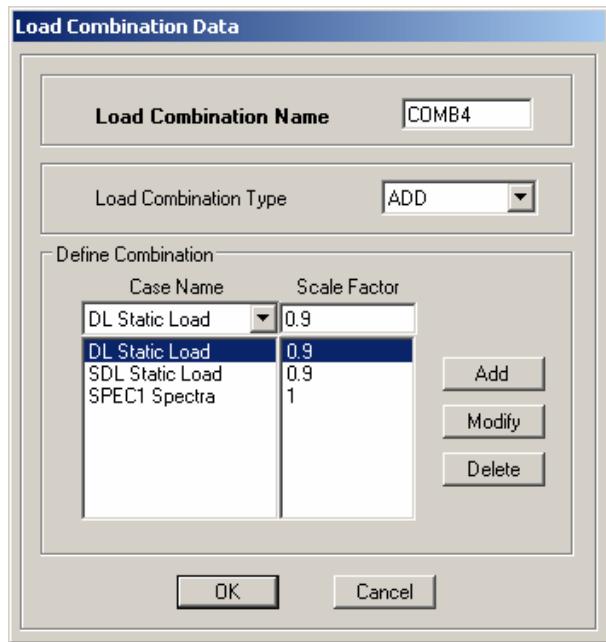
- 2) 1,2 DL + 1,2 SDL + 1,6 LL



3) 1,2 DL + 1,2 SDL + 0,5 LL \pm E



4) 0,9 DL + 0,9 SDL \pm E



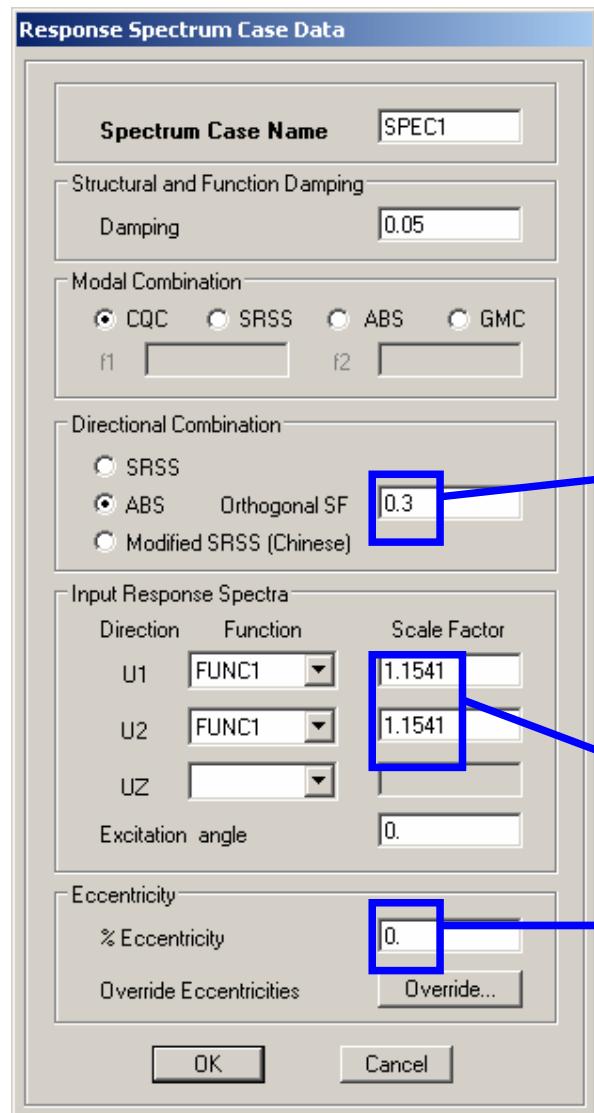
Pada tahap ini digunakan hanya SPEC1 dengan data sebagai berikut:

Directional Combination: ABS dengan Scale Factor = 0,3

(mengakomodasi 30% arah tegak lurus sumbu utama)

Input *Response Spectra* diisikan untuk arah U1 dan U2 dengan factor skala f^*

yang telah didapat di atas



Menurut SNI 03-1276-2002, untuk mensimulasi arah pengaruh Gempa Rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebangan dalam arah utama dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebangan gempa dalam arah tegak lurus dari arah utama, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

f^* = faktor skala yang didapat dari **perhitungan faktor skala** (langkah 8)

Sudut yang menyatakan **arah sumbu utama** gedung juga didapat dari langkah 8

10. Input faktor-faktor reduksi kapasitas untuk desain penulangannya.

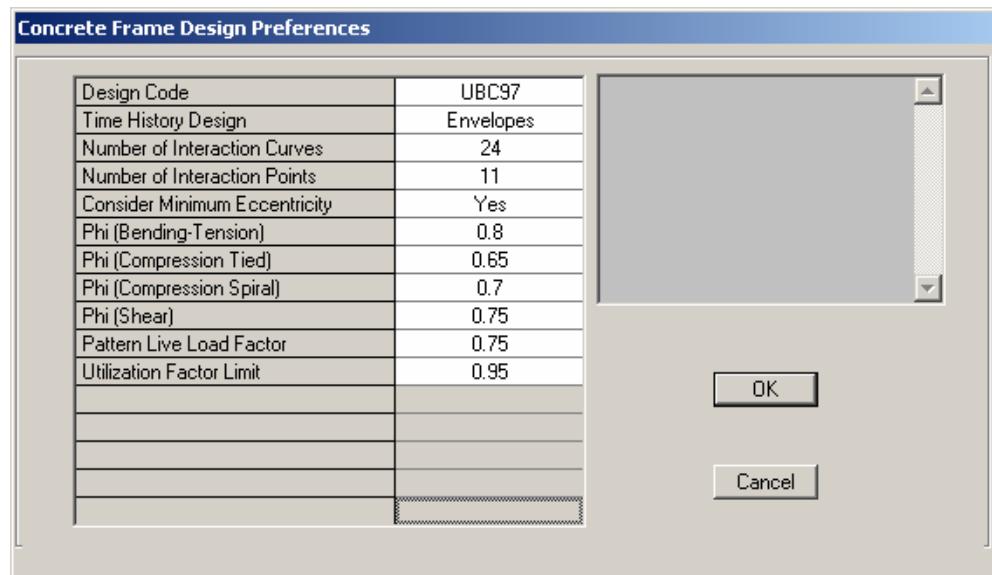
Inputkan faktor-faktor sesuai dengan SNI 03-1726-2002, pada *Concrete Frame Design Preference*

Phi Bending Tension = 0,8

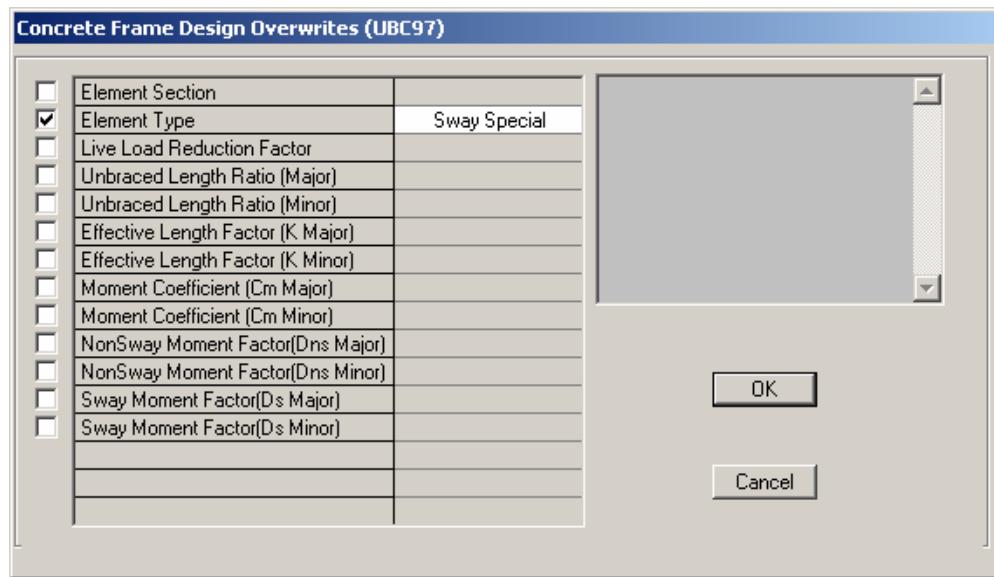
Phi Compression Tide = 0,65

Phi Compression Spiral = 0,7

Phi Shear = 0,75



11. Untuk jenis rangka pemikul momen khusus (SPRMK), maka dapat diinputkan pada *Concrete Frame Design Overwrites* dengan memberikan tanda / *check mark* pada Element Type dan memilih *Sway Special*



12. Lakukan analisis tahap 3, dan dilanjutkan dengan *concrete design*.

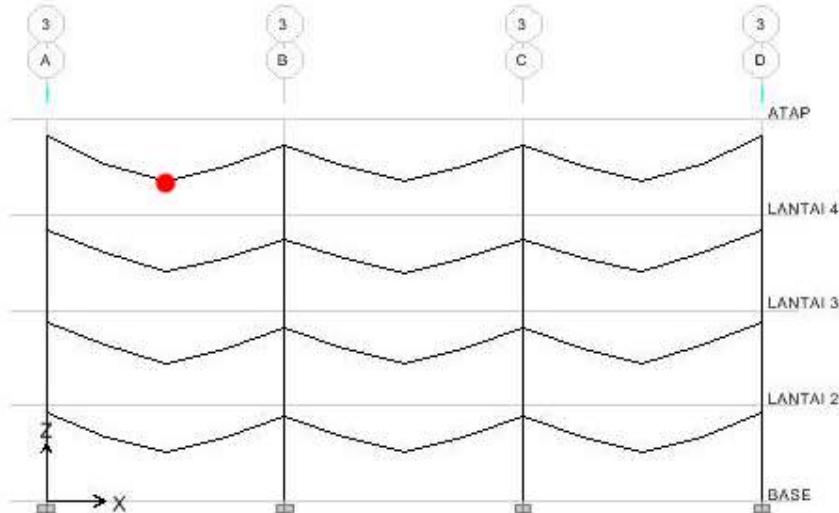
Kemudian kontrol lendutan sesuai dengan persyaratan SNI 03-2847-2002.

outputnya (gaya-gaya dalam: momen, geser dan aksial) akan di tampilkan dalam gambar.

Lampiran 3 - OUTPUT ETABS v9.04

Kontrol lendutan

Model 1



Gambar 4.11 Lendutan maksimum Model 1 pada titik 19 (Comb 2)

Lendutan maksimum yang terjadi untuk model 1 terletak pada balok 3A – 3B

(80/95) tingkat atap sebesar 5,1841 mm. Dari Tabel 9 TCPSB 2002 halaman 65 dimana,

$$\text{Lendutan ijin} = \frac{L}{360}$$

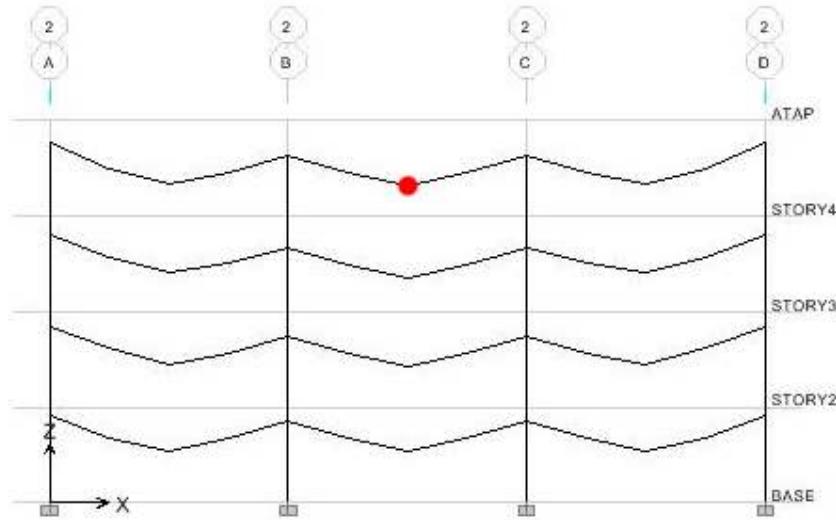
(Sumber : TCPSB 2002 Tabel 9 halaman 65)

dengan,

L sebesar 1000 cm (panjang balok induk)

$$\text{maka, } \frac{L}{360} = \frac{1000}{360} = 2,778 \text{ cm} > 0,51841 \text{ cm... Ok!}$$

Model 2



Gambar 4.12 Lendutan maksimum Model 2 pada titik 32 (Comb 2)

Lendutan maksimum yang terjadi untuk model 2 terletak pada balok 2B – 2C

(80/95) tingkat atap sebesar $4,4911 \text{ mm}$. Dari Tabel 9 TCPSB 2002 halaman 65
diambil

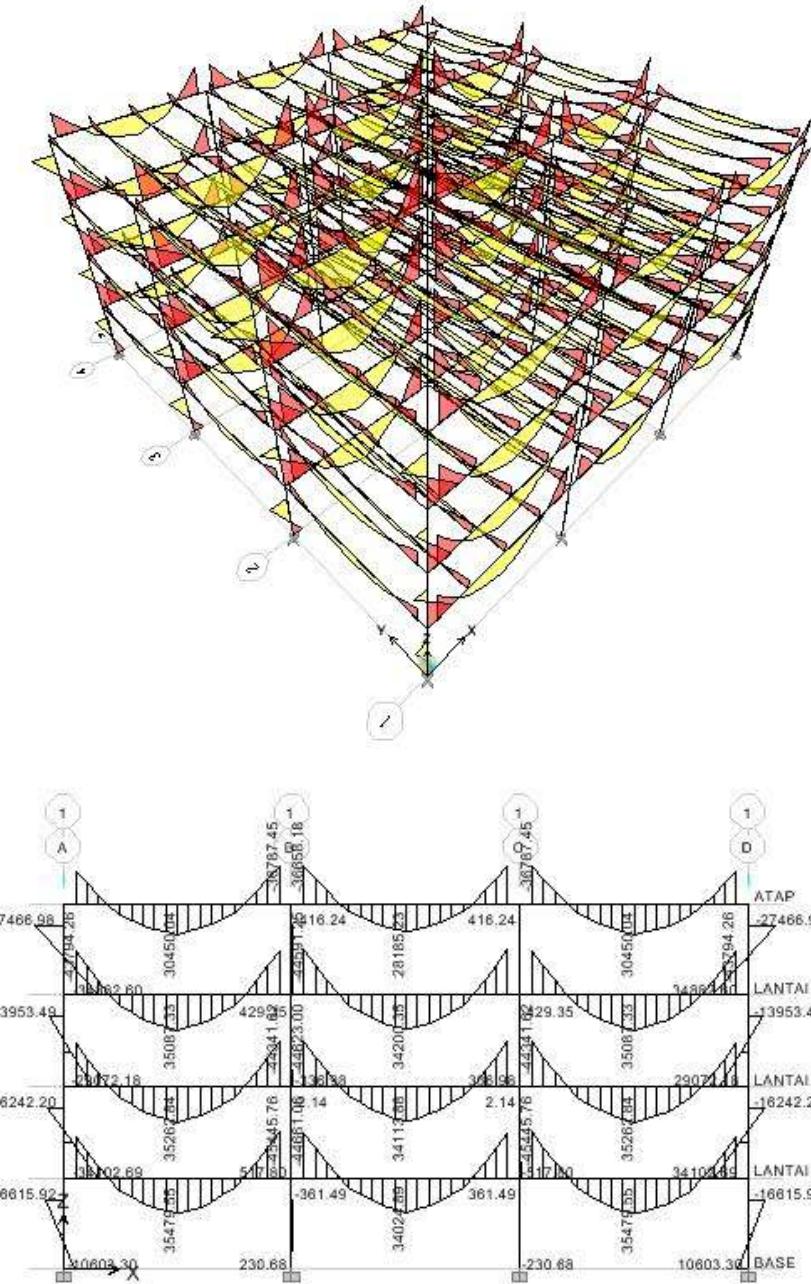
$$\text{Lendutan ijin} = \frac{L}{360}$$

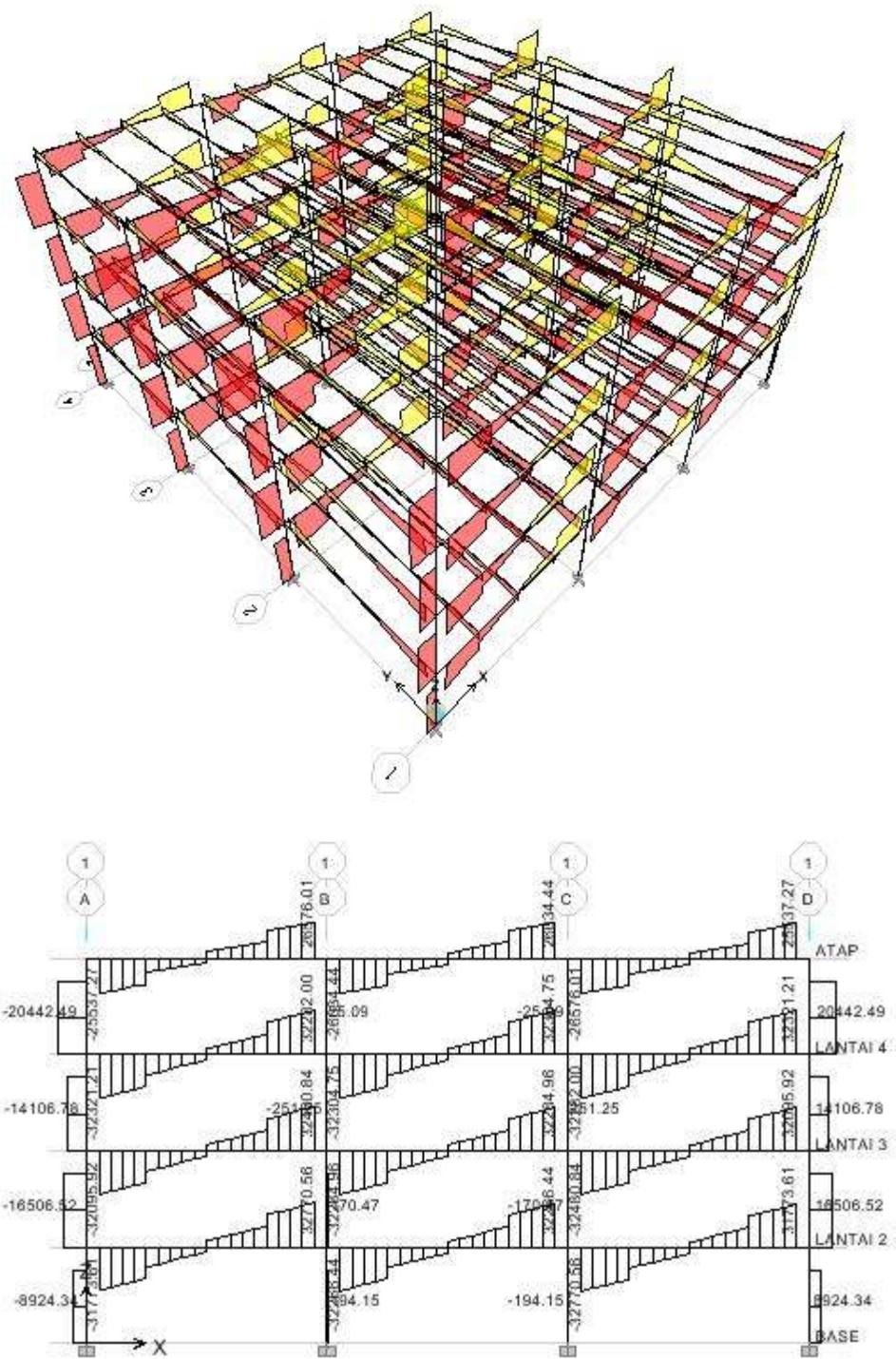
(Sumber : TCPSB 2002 Tabel 9 halaman 65)

dengan

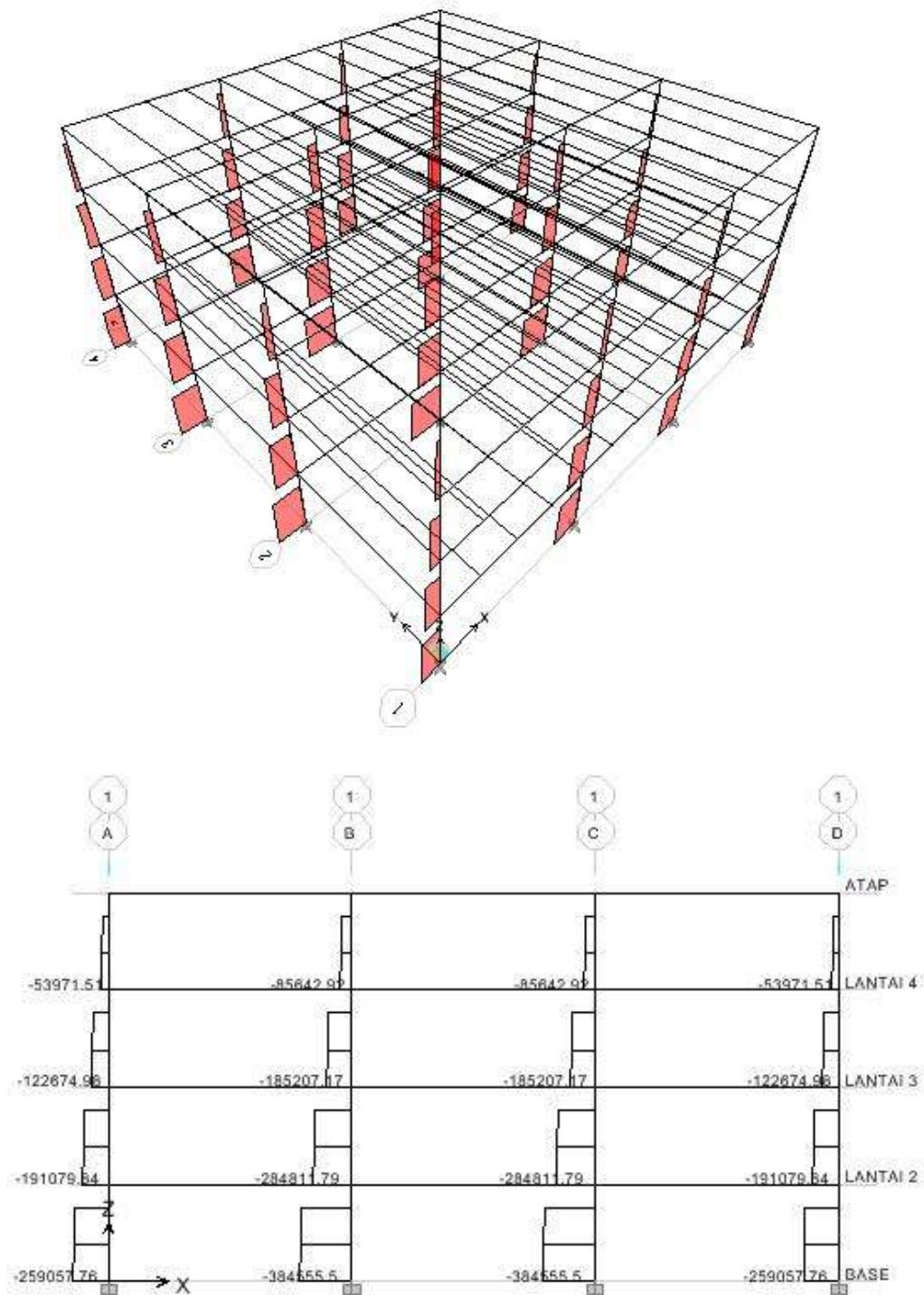
L sebesar 1000 cm (panjang balok induk)

$$\text{maka, } \frac{L}{360} \cdot \frac{1000}{360} = 2,778 \text{ cm} > 0,44911 \text{ cm} \dots \text{ Ok!}$$

Gambar gaya dalam**Untuk model 1****Gambar 4.13 Bidang momen (Momen 3-3), elevasi 1, Comb 1 (Kgm)**

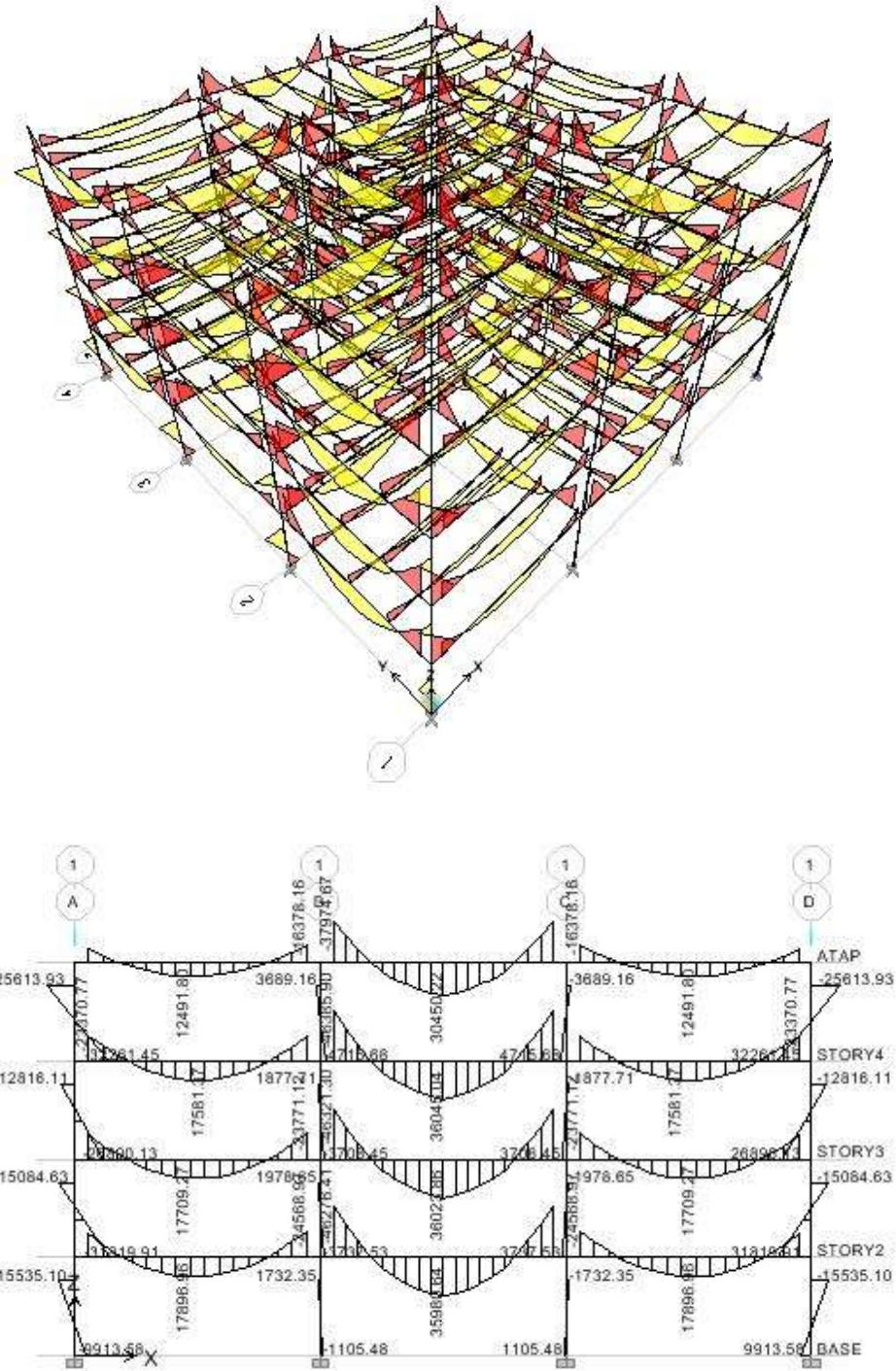


Gambar 4.14 Bidang geser (Shear 2-2), elevasi 1, Comb 1 (Kg)

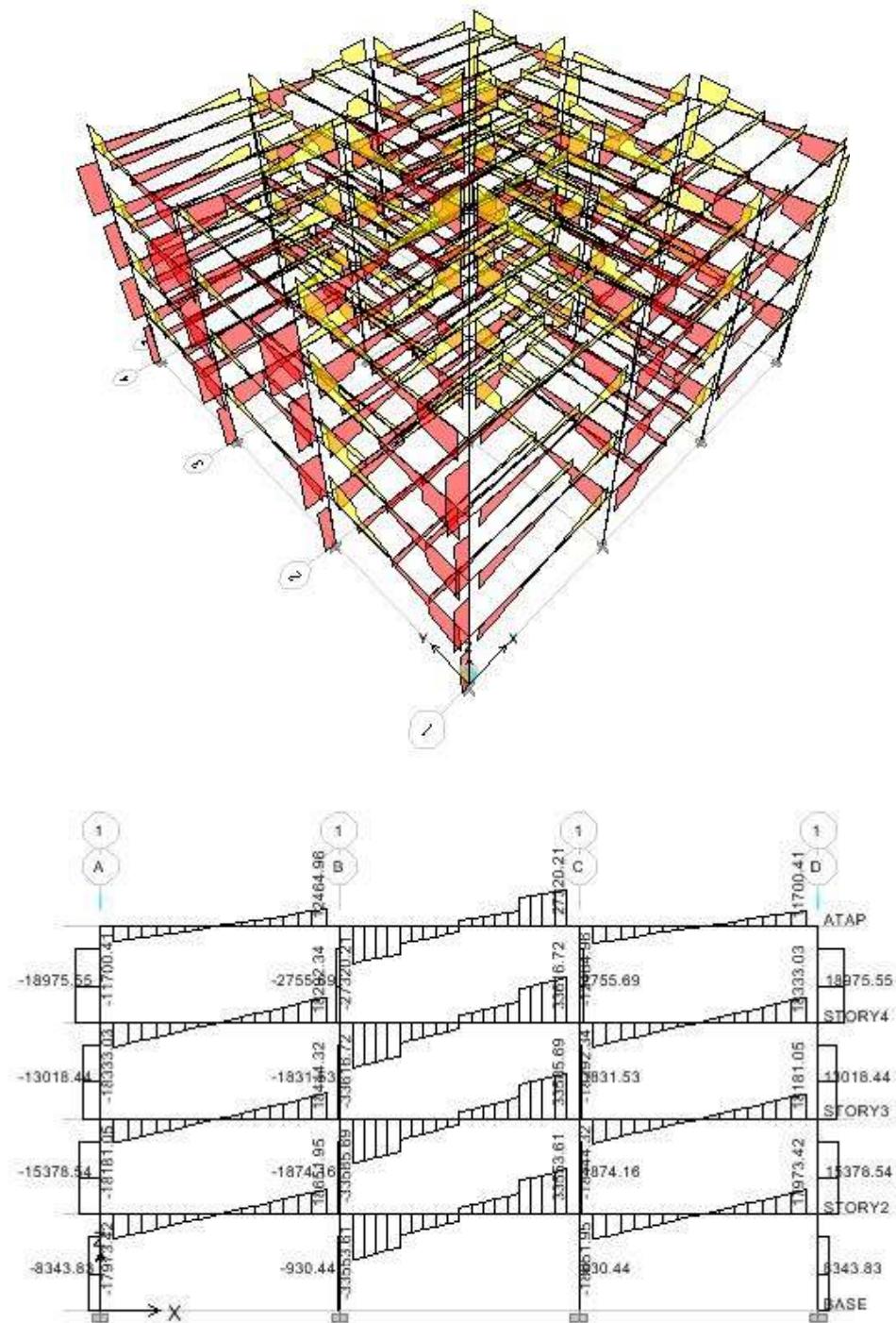


Gambar 4.15 Gaya Aksial (Axial Force), elevasi 1, Comb 1 (Kg)

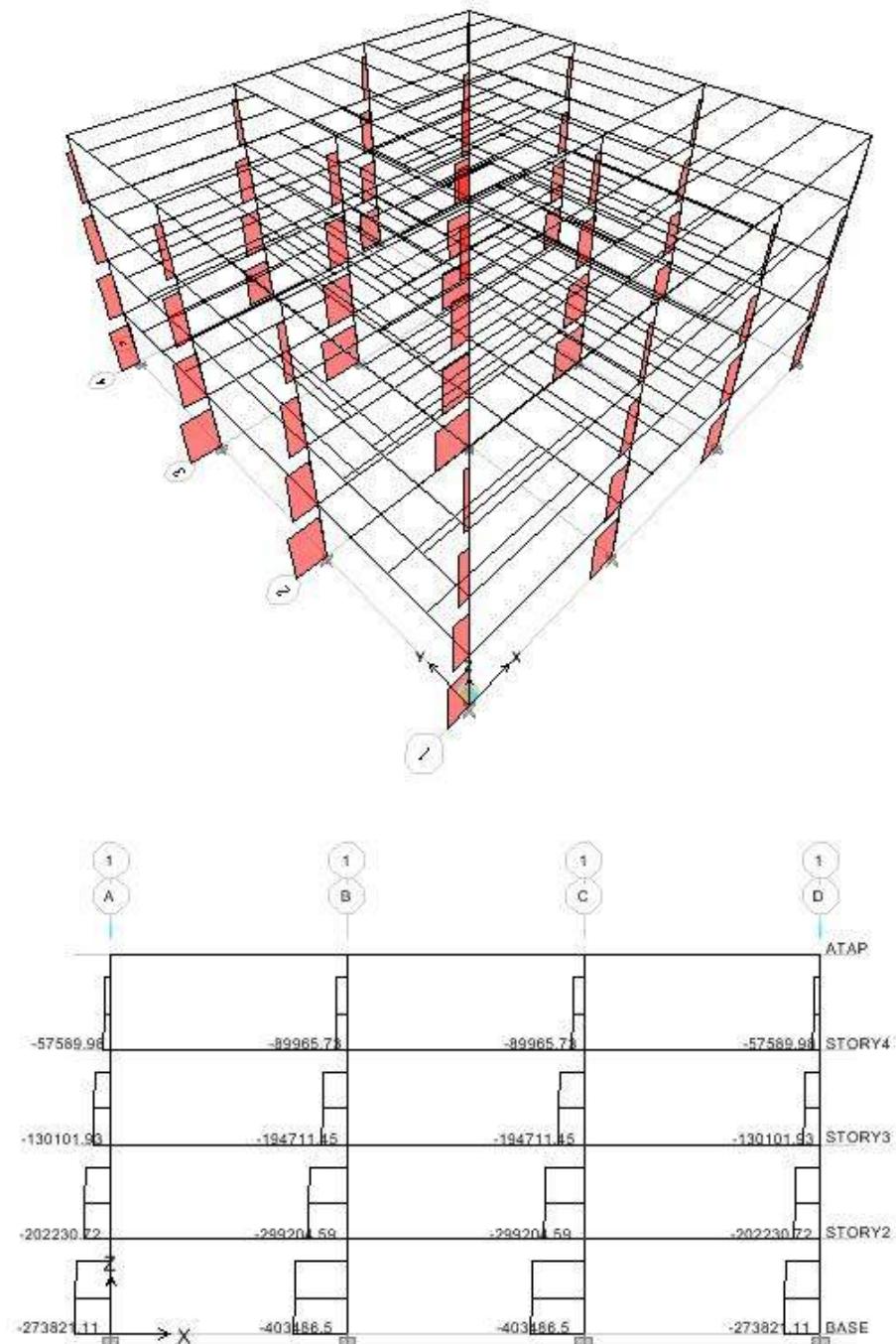
Untuk model 2



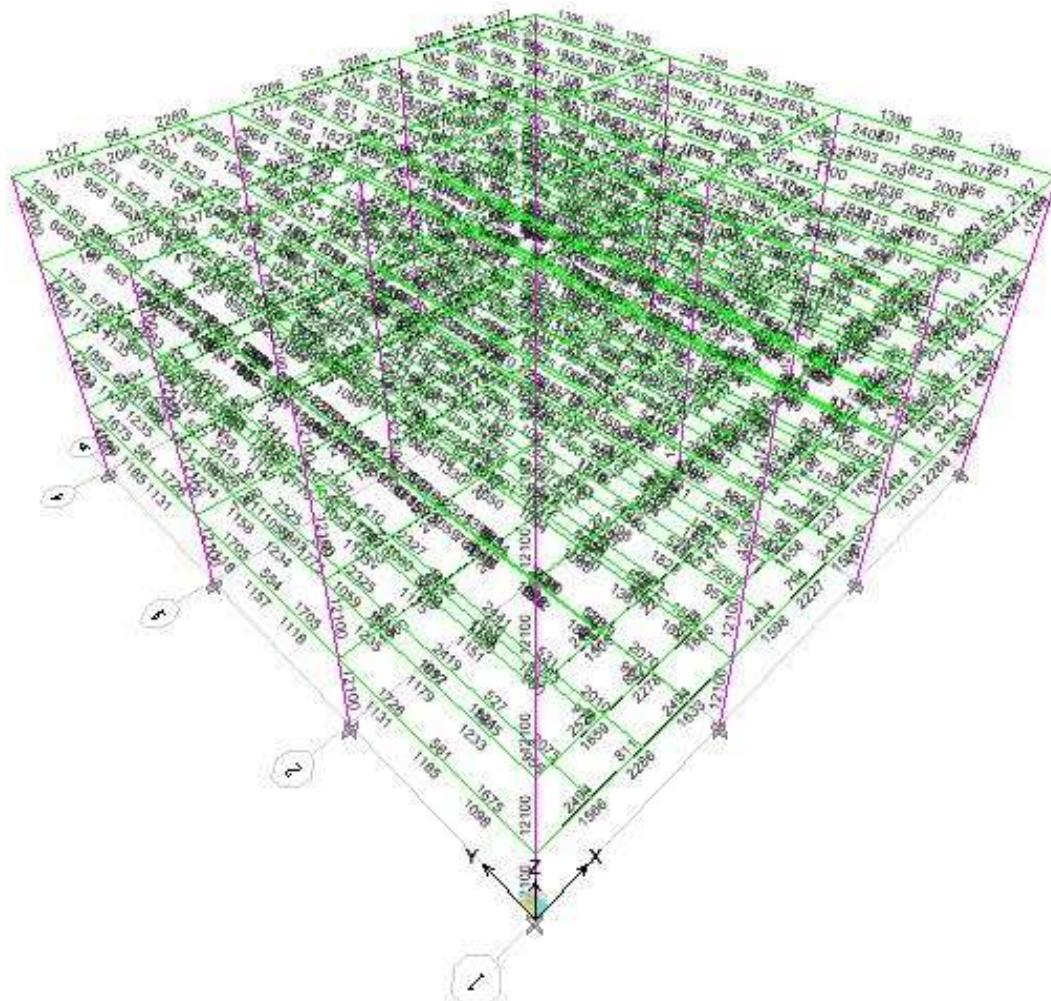
Gambar 4.16 Bidang momen (Momen 3-3), elevasi 1, Comb 1 (Kgm)



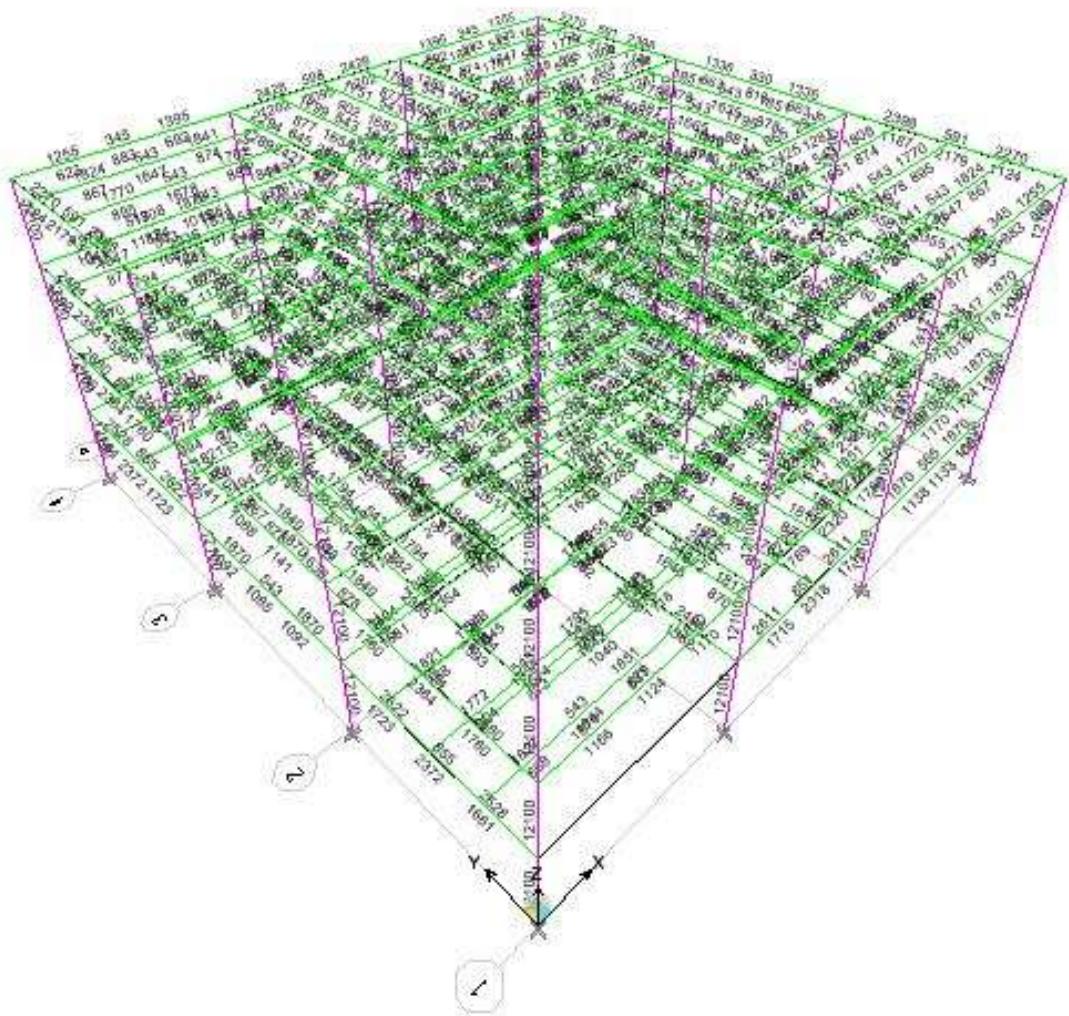
Gambar 4.17 Bidang geser (Shear 2-2), elevasi 1, Comb 1 (Kg)



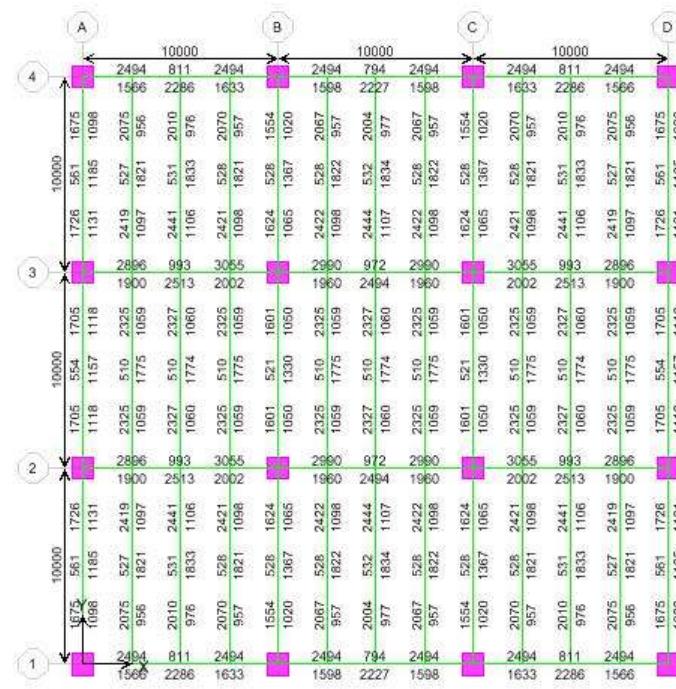
Gambar 4.18 Gaya Aksial (Axial Force), elevasi 1, Comb 1 (Kg)



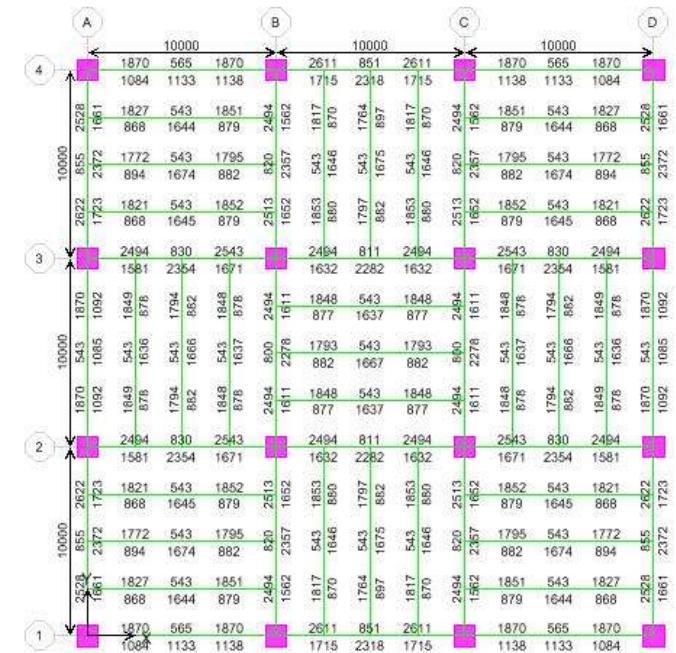
Gambar 4.19 Hasil penulangan Etabs v9.04 model 1



Gambar 4.20 Hasil penulangan Etabs v9.04 model 2

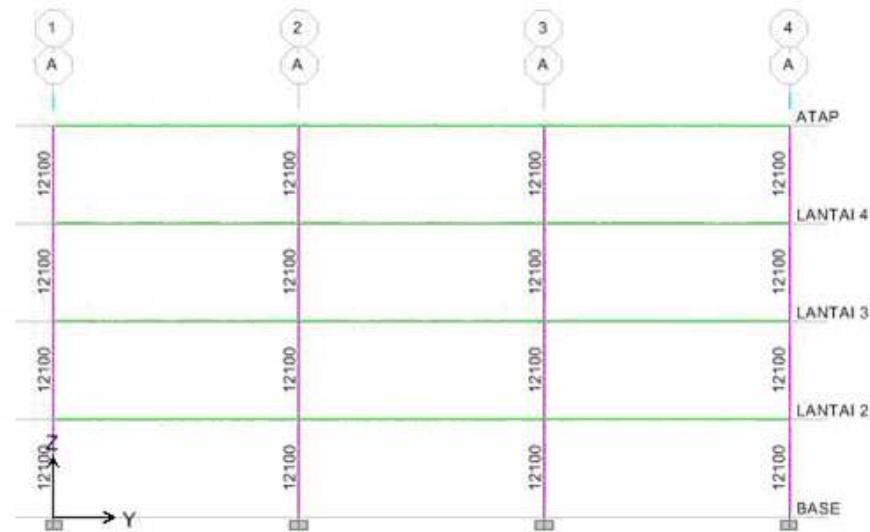


(a)

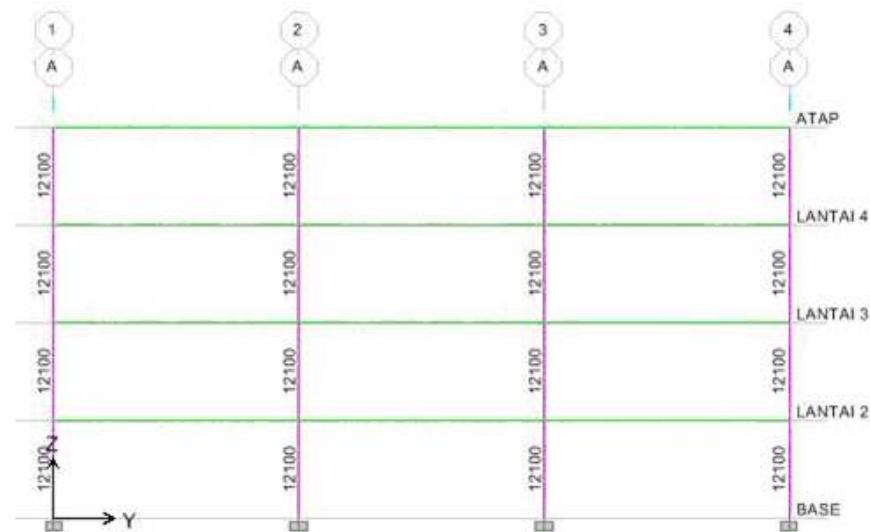


(b)

**Gambar 4.21 (a) Penulangan lantai 2 model 1,
(b) Penulangan lantai 2 model 2**



(a)



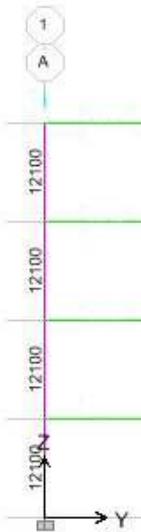
(b)

Gambar 4.22 (a) Penulangan kolom model 1, (b) Penulangan kolom model 2

Lampiran 4 - Perhitungan Tulangan

1) Penulangan Kolom

Untuk Model 1



Potongan Gambar 4.22 (a)

$$As = 12100 \text{ } mm^2$$

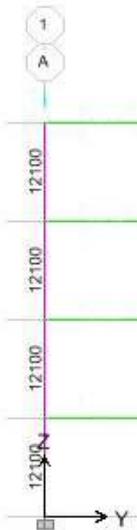
$$A (\text{D-25}) = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 491 \text{ } mm^2$$

$$\text{Jumlah tulangan kolom} = \frac{As}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2}$$

$$= \frac{12100}{491} = 24,63 \approx 24$$

Tulangan yang dipasang 24 buah D-25, karena berjumlah genap

Untuk Model 2



Potongan Gambar 4.22 (b)

$$As = 12100 \text{ } mm^2$$

$$A (\text{D-25}) = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 491 \text{ } mm^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan kolom} &= \frac{As}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2} \\ &= \frac{12100}{491} = 24,63 \approx 24 \end{aligned}$$

Tulangan yang dipasang 24 buah D-25, karena berjumlah genap

2) Penulangan Balok Anak dan Balok Induk

Untuk Model 1

- Balok Anak (30/45)

Pada perhitungan balok anak pada model 1 diambil batang yang memiliki jumlah penulangan maksimum.

2444	537	2004
1107	1834	977

Potongan Gambar 4.21 (a)

Tulangan yang di pakai adalah D-22 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ mm}^2$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2444 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 6,43 \approx 6 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1107 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 2,91 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1834 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 4,83 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{532 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 1,4 \approx 2 \text{ buah}$$

- Balok Induk arah y (60/75)

Pada penulangan Balok Induk arah y penulangan dibagi menjadi beberapa bagian, sesuai dengan jumlah tulangan yang dipasang diantaranya BIy 1, BIy 2.

a) BIy 1



Potongan Gambar 4.21 (a)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah D-22} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1705mm^2}{380mm^2} = 4,49 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1118mm^2}{380mm^2} = 2,94 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1157mm^2}{380mm^2} = 3,04 \approx 3 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{554mm^2}{380mm^2} = 1,45 \approx 2 \text{ buah}$$

b) BIy 2

1601	521	1601
1050	1330	1050

Potongan Gambar 4.21 (a)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah D-22} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1601mm^2}{380mm^2} = 4,21 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1050mm^2}{380mm^2} = 2,76 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1330\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 3,5 \approx 4 \text{ buah}$$

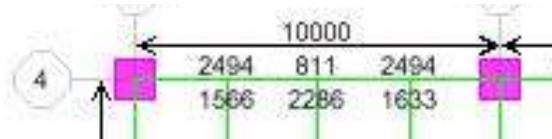
- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{521\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 1,37 \approx 2 \text{ buah}$$

- Balok Induk arah x (80/95)

Pada penulangan Balok Induk arah y penulangan dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya BIx 1, BIx 2, BIx 3

a) BIx 1



Potongan Gambar 4.21 (a)

Tulangan yang di pakai adalah D-22 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ mm}^2$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2494\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 6,56 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1566\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 4,12 \approx 5 \text{ buah}$$

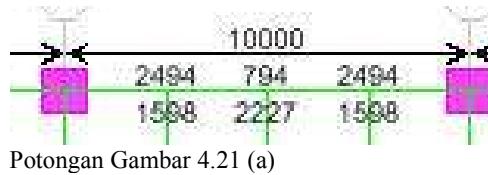
Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2286\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 6,01 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{811\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,13 \approx 3 \text{ buah}$$

b) BIx 2



$$\text{Tulangan yang di pakai adalah D-22} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2494 \text{ } mm^2}{380 \text{ } mm^2} = 6,56 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1598 \text{ } mm^2}{380 \text{ } mm^2} = 4,20 \approx 5 \text{ buah}$$

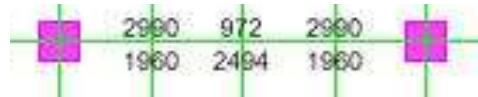
Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2227 \text{ } mm^2}{380 \text{ } mm^2} = 5,86 \approx 6 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{794 \text{ } mm^2}{380 \text{ } mm^2} = 2,09 \approx 3 \text{ buah}$$

c) BIx 3



Potongan Gambar 4.21 (a)

Tulangan yang di pakai adalah D-22 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ mm}^2$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2990 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 7,87 \approx 8 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1960 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 5,16 \approx 5 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2494 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 6,56 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{972 \text{ mm}^2}{380 \text{ mm}^2} = 2,55 \approx 3 \text{ buah}$$

Untuk Model 2

- Balok Anak (35/50)

Pada perhitungan balok anak pada model 2 diambil batang yang memiliki jumlah penulangan maksimum.

1848	543	1848
877	1637	877

Potongan Gambar 4.21 (b)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah D-22} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1848mm^2}{380mm^2} = 4,86 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{877mm^2}{380mm^2} = 2,30 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1637mm^2}{380mm^2} = 4,31 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{543mm^2}{380mm^2} = 1,43 \approx 2 \text{ buah}$$

- Balok Induk (80/95)

Pada penulangan balok 80/95 dibagi dalam dua bagian berdasarkan jumlah tulangan yang dipasang, diantaranya BI.xy.1 dan BI.xy.2

a) BI.xy.1



Potongan Gambar 4.21 (b)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah } D-22 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2611mm^2}{380mm^2} = 6,87 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1715mm^2}{380mm^2} = 4,51 \approx 5 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2318mm^2}{380mm^2} = 6,1 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{851mm^2}{380mm^2} = 2,24 \approx 3 \text{ buah}$$

b) BI.xy.2



Potongan Gambar 4.21 (b)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah } D-22 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ } mm^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2611\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 6,87 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1715\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 4,51 \approx 5 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2318\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 6,1 \approx 7 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{851\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,24 \approx 3 \text{ buah}$$

- Balok Induk (70/85)

Pada balok 70/85 dibagi dalam dua bagian berdasarkan jumlah tulangan yang dipasang, diantaranya BI.x.1 dan BI.y.1

a) BI.x.1



Potongan Gambar 4.21 (b)

Tulangan yang di pakai adalah D-22 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ mm}^2$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1870\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 4,92 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1084\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,85 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1133\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,98 \approx 3 \text{ buah}$$

- tekan

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{565\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 1,48 \approx 2 \text{ buah}$$

b) BI.y.1



Potongan Gambar 4.21 (b)

$$\text{Tulangan yang di pakai adalah D-22} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 380 \text{ mm}^2$$

Tulangan tumpuan : - tarik

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1870\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 4,92 \approx 5 \text{ buah}$$

- tekan

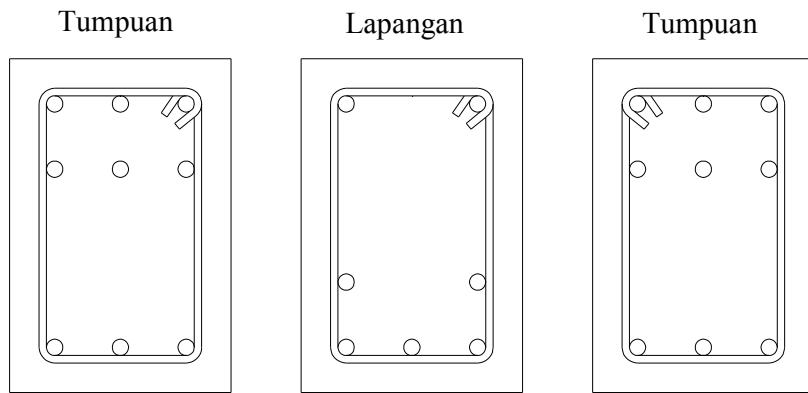
$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1092\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,87 \approx 3 \text{ buah}$$

Tulangan lapangan : - tarik

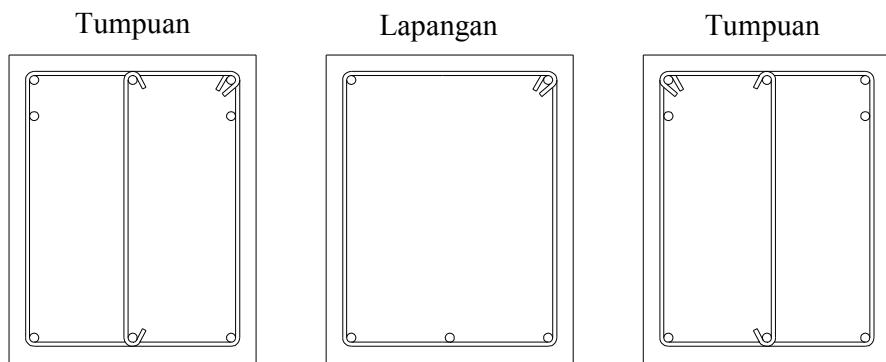
$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1085\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 2,85 \approx 3 \text{ buah}$$

- tekan

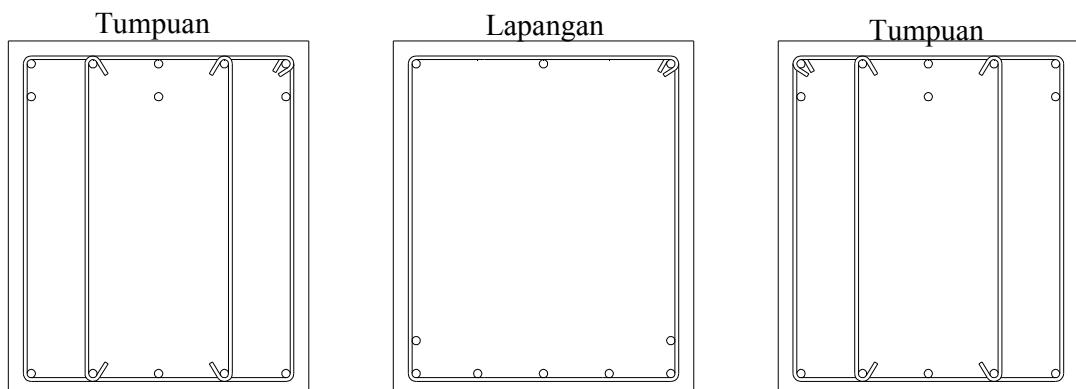
$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{543\text{mm}^2}{380\text{mm}^2} = 1,43 \approx 2 \text{ buah}$$



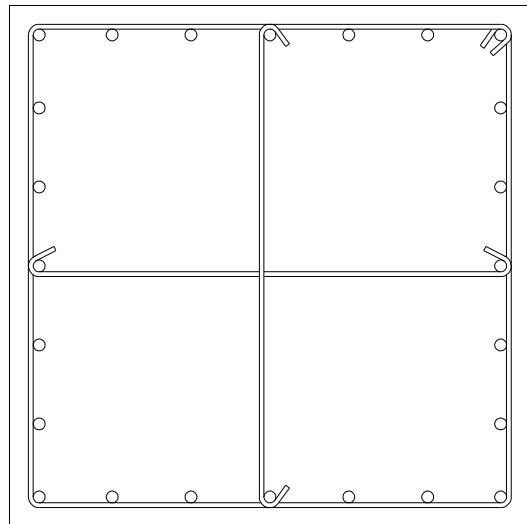
Gambar 4.23 Penulangan Balok Anak 30/45



Gambar 4.24 Penulangan Balok Induk 60/75



Gambar 4.25 Penulangan Balok Induk 80/95



Gambar 4.26 Penulangan Kolom 110/110

Lampiran 5 - Langkah-langkah perhitungan Volume struktur gedung

$$V = b \times h \times L$$

Dimana : V = Volume (m^3)

b = Lebar (m)

h = Tinggi (m)

L = Panjang bentang (m)

Contoh perhitungan : - Balok 30/45 (Balok Anak)

$$\text{Volume balok} = 0,3 \times 0,45 \times 10$$

$$= 1,35 \ m^3$$

- Balok 60/75 (BIy 1 dan BIy 2)

$$\text{Volume balok} = 0,6 \times 0,75 \times 10$$

$$= 4,5 \ m^3$$

- Balok 80/95 (BIX 1, BIX 2 dan BIX 3)

$$\text{Volume balok} = 0,8 \times 0,95 \times 10$$

$$= 7,6 \ m^3$$

- Kolom 110/110

$$\text{Volume kolom} = 1,1 \times 1,1 \times 4$$

$$= 4,84 \ m^3$$

Lampiran 6 - Perhitungan berat besi

Tulangan memanjang

BI.x.1 (80/95) Model 1

- Diketahui : Panjang besi = 10 m
- Panjang besi pada kolom = $0,55 \times 2 = 1,1 \text{ m}$
- Panjang luwetan = $0,5 \times 2 = 1 \text{ m}$
- Besi D-22 = $3,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- 1 m^3 besi = 7850 Kg
- Jumlah tulangan = 3 (tulangan atas menerus), 4 (tulangan atas extra), 5 (tulangan bawah menerus), 2 (tulangan extra bawah tengah)
- Tumpuan
- tul. atas menerus = $((11,1 + 1) \cdot 3,8 \times 10^{-4} \cdot 3) \times 7850$
 $= 0,014934 \text{ m}^3 \times 7850$
 $= 117,23 \text{ Kg}$
- tul. atas extra = $\left(0,5 + \left(\frac{1}{3} \times 10\right)\right) = 3,83 \text{ m}$
 $= (3,83 \times 3,8 \times 10^{-4} \times 4 \times 2) \times 7850$
 $= (0,007418 \times 2) \times 7850$
 $= 116,46 \text{ Kg}$
- Lapangan
- tul. bawah menerus = $((11,1 + 1) \cdot 3,8 \times 10^{-4} \cdot 5) \times 7850$
 $= 0,02489 \text{ m}^3 \times 7850$

$$= 195,39 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{tul. extra bawah tengah} &= \left(\frac{1}{2} \times 10 \right) \times 3,8 \times 10^{-4} \times 2 \times 7850 \\ &= 0,0038 \times 7850 \\ &= 29,83 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total berat besi untuk BI.x.1} &= 117,23 + 116,46 + 195,39 + 29,83 \\ &= 458,91 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Tulangan Sengkang

BI.x.1 (80/95) Model 1

$$\text{Diketahui : Panjang besi} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Selimut beton} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Berat besi D - 10 (polos)} = 0,62 \text{ } \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Tulangan sengkang tumpuan (D10 – 100)

$$\begin{aligned} &= \left[2 \times ((0,8 - 0,08) + (2 \times (0,95 - 0,08))) \times \left(\frac{10 \times \frac{1}{4}}{0,1} \times 2 \right) \right] \times 0,62 \\ &= 36,89 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tulangan sengkang lapangan (D10 – 200)

$$\begin{aligned} &= \left[2 \times ((0,8 - 0,08) + (0,95 - 0,08)) \times \left(\frac{10 \times \frac{1}{2}}{0,2} \right) \right] \times 0,62 \\ &= 73,78 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Total berat tulangan sengkang untuk BI.x.1} = 36,89 \text{ kg} + 73,78 \text{ kg}$$

$$= 110,67 \text{ kg}$$

Lampiran 7 - Perhitungan Pelat

Perhitungan tulangan pelat akan dilakukan secara manual dimana

$$\left(As = \frac{M_n}{\phi \cdot f_y \cdot jd} \right). \text{ Pemasangan tulangan pada pelat arah } y \text{ akan dipasang dengan}$$

nilai minimum yaitu D10 – 200. Sedangkan tulangan arah x akan dihitung menggunakan cara manual.

Contoh perhitungan :

$$\text{Diketahui :- DL} : 140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{- LL} : 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{- Tebal pelat} : 12 \text{ cm}$$

$$\text{- } l \text{ (lebar pelat)} : 2,5 \text{ m}$$

$$q_u = 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL} = 1,2(140) + 1,6(400) = 808 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_n = \frac{1}{10} \times q_u \times l^2 = \frac{1}{10} \times 808 \times 2,5^2 = 505 \text{ kgm}$$

$$= 50500 \text{ kgcm}$$

$$jd = 0,9 \cdot d$$

$$d = 12 \text{ cm} - \text{selimut beton} = 12 - 1,5 = 10,5 \text{ cm}$$

$$As_x = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times jd} = \frac{50500}{0,8 \times 4000 \times 0,9 \times 10,5} = 1,67 \text{ cm}^2$$

$$A_{D10} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_{D10}}{A_{sx}} \times 100 = \frac{0,785}{1,67} \times 100 = 47,006 \text{ cm}$$

Maka tulangan pelat arah x dipasang D10 – 200.

Lampiran 8 - Perhitungan biaya pada model 1

Kolom 110/110

Diketahui : - Total volume kolom= $77,44 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned} & - \text{Total berat besi D-25} = 5920,32 \text{ Kg} \\ & - \text{Total berat besi D-10} = 809,472 \text{ Kg} \\ & - \text{Bekisting} = (1,1 \times 4) \times 4 = 17,6 \\ & \qquad \qquad \qquad = 17,6 \text{ m}^2 \times 16 = 281,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \text{Harga : - beton / m}^3 = \text{Rp.}550.000 \\ & - \text{besi D-25 / Kg} = \text{Rp.}7.500 \\ & - \text{besi D-10 / Kg} = \text{Rp.}7.500 \\ & - \text{Bekisting / m}^2 = \text{Rp.}70.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan harga total} &= (77,44 \times \text{Rp.}550.000) + (5920,32 \times \text{Rp.}7.500) \\ &+ (809,472 \times \text{Rp.}7.500) + (281,6 \times \text{Rp.}70.000) \\ &= \text{Rp.}112.777.440 \end{aligned}$$

Balok Induk

Diketahui : - Total volume balok = total BI (60/75) + total BI (80/95)

$$\begin{aligned} &= 54 \text{ m}^3 + 91,2 \text{ m}^3 = 145,2 \text{ m}^3 \\ & - \text{Total berat besi D-22} = \text{total BI (60/75) + total BI (80/95)} \\ & \qquad \qquad \qquad = 3367,68 \text{ Kg} + 5651,76 \text{ Kg} \\ & \qquad \qquad \qquad = 9019,44 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Total berat besi D-10} &= \text{total BI (60/75)} + \text{total BI (80/95)} \\
 &= 1328,04 \text{ Kg} + 1774,44 \text{ Kg} \\
 &= 3102,48 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Bekisting} & \\
 \text{BI (60/75)} &= (((0,75 - 0,12) \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &\quad \times 2) + (0,6 \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &= 11,214 \text{ m}^2 + 5,34 \text{ m}^2 \\
 &= 16,554 \text{ m}^2 \times \text{jumlah balok} \\
 &= 16,554 \text{ m}^2 \times 12 \text{ buah} \\
 &= 198,648 \text{ m}^2 \\
 \text{BI (80/95)} &= (((0,95 - 0,12) \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &\quad \times 2) + (0,8 \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &= 14,774 \text{ m}^2 + 7,12 \text{ m}^2 \\
 &= 21,894 \text{ m}^2 \times \text{jumlah balok} \\
 &= 21,894 \text{ m}^2 \times 12 \text{ buah} \\
 &= 262,728 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total luas bekisting} &= 198,648 \text{ m}^2 + 262,728 \text{ m}^2 \\
 &= 461,376 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Harga :} & \\
 - \text{ beton / m}^3 &= \text{Rp.}550.000 \\
 - \text{ besi D-22 / Kg} &= \text{Rp.}7.500 \\
 - \text{ besi D-10 / Kg} &= \text{Rp.}7.500 \\
 - \text{ Bekisting / m}^2 &= \text{Rp.}70.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan harga total} &= (145,2 \times \text{Rp.}550.000) + (9019,44 \times \text{Rp.}7.500) \\
 &\quad + (3102,48 \times \text{Rp.}7.500) + (461,376 \times \text{Rp.}70.000) \\
 &= \text{Rp. } 203.070.720
 \end{aligned}$$

Balok Anak (30/45)

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui :} \quad - \text{ Total volume balok} &= 36,45 \text{ } m^3 \\
 - \text{ Total berat besi D-22} &= 8282,79 \text{ } Kg \\
 - \text{ Total berat besi D-10} &= 1481,49 \text{ } Kg \\
 - \text{ Bekisting} &= (((0,45 - 0,12) \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &\quad \times 2) + (0,3 \times (10 - (0,55 \times 2))) \\
 &= 6,072 \text{ } m^2 + 2,72 \text{ } m^2 \\
 &= 8,792 \text{ } m^2 \times \text{jumlah balok} \\
 &= 8,792 \text{ } m^2 \times 27 \text{ buah} \\
 &= 237,384 \text{ } m^2 \\
 - \text{ Harga :} \quad - \text{ beton / } m^3 &= \text{Rp.}550.000 \\
 - \text{ besi D-22 / } Kg &= \text{Rp.}7.500 \\
 - \text{ besi D-10 / } Kg &= \text{Rp.}7.500 \\
 - \text{ Bekisting / } m^2 &= \text{Rp.}70.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan harga total} &= (36,45 \times \text{Rp.}550.000) + (8282,79 \times \text{Rp.}7.500) \\
 &\quad + (1481,49 \times \text{Rp.}7.500) + (237,384 \times \text{Rp.}70.000) \\
 &= \text{Rp. } 109.896.480
 \end{aligned}$$

Pelat

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui :} \quad - \text{ lebar pelat (l)} &= 2,5 \text{ } m \\
 - \text{ panjang pelat (p)} &= 10 \text{ } m
 \end{aligned}$$

- luas D-10 (ulir) = 72 mm
- tulangan arah y (panjang) = D10 – 200
- tulangan arah x (lebar) = D10 – 200
- 1 m³ = 7850 Kg
- Total Volume pelat (m²) = $p \times l \times$ jumlah pelat
 $= 10 \times 2,5 \times 36$
 $= 900 \text{ m}^2$
- Berat besi D10 - 200 (ulir) = luas D-10 (ulir) \times jumlah besi
 (untuk arah x) \times panjang besi \times 7850
 $= 72 \times \left(\frac{10000}{200} \right) \times 2500 \times 7850$
 $= 9000000 \text{ mm}^3 \times 7850$
 $= 0,009 \text{ m}^3 \times 7850 = 70,65 \text{ Kg}$
- Berat besi D10 - 200 (ulir) = luas D-10 (ulir) \times jumlah besi
 (untuk arah y) \times panjang besi \times 7850
 $= 72 \times \left(\frac{2500}{200} \right) \times 10000 \times 7850$
 $= 9360000 \text{ mm}^3 \times 7850$
 $= 0,00936 \text{ m}^3 \times 7850$
 $= 73,476 \text{ Kg}$
- Total berat besi D10 – 200 = (besi arah x + besi arah y)
 \times jumlah pelat
 $= (70,65 \text{ Kg} + 73,476 \text{ Kg}) \times 36$
 $= 144,126 \text{ Kg} \times 36$

$$\begin{aligned}
 &= 5188,536 \text{ } Kg \\
 - \text{ bekisting} &= (2,5 \times 10 \times 36) - (0,55 \pm 0,55 \times 36) \\
 &= 900 - 10,89 \\
 &= 889,11 \text{ } m^2 \\
 - \text{ Harga :} \quad - \text{ pelat / } m^2 &= \text{Rp.}550.000 \\
 - \text{ besi D-10 / } Kg &= \text{Rp.}7.500 \\
 - \text{ Bekisting / } m^2 &= \text{Rp.}50.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan harga total pelat} &= (900 \times \text{Rp.}550.000) + (5188,536 \times \text{Rp.}7.500) \\
 &\quad + (889,11 \times \text{Rp.}50.000) \\
 &= \text{Rp. } 578.370.600
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan harga total} &= \text{Rp.}112.777.440 + \text{Rp. } 203.070.720 \\
 &\quad + \text{Rp. } 109.896.480 + \text{Rp. } 578.370.600 \\
 &= \text{Rp. } 1.004.115.240
 \end{aligned}$$

