

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Prosedur Analisis dan Desain Struktur menggunakan Etabs ver. 9.04

A. Prosedur Pemodelan Struktur Gedung (SRPMK) untuk Kontrol Simpangan Antar Tingkat Menggunakan Program ETABS v9.04

1. Input data-data pemodelan seperti :

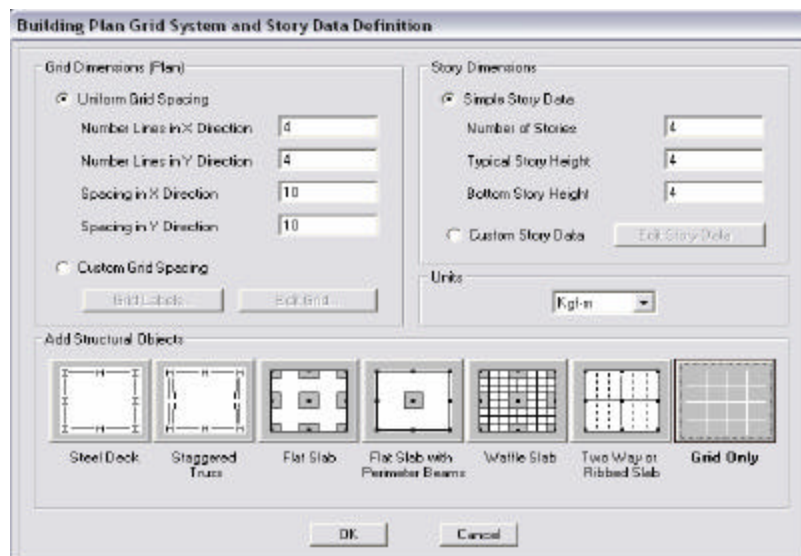
✚ Satuan : kg-m

✚ Data-data dimensi gedung :

Jumlah lantai = 5

Tinggi lantai = 4,0 m

Jarak antar kolom (as-ke-as) = 10 m



Gambar L-1-1 *Building Plan Grid System and Story Data Definition*

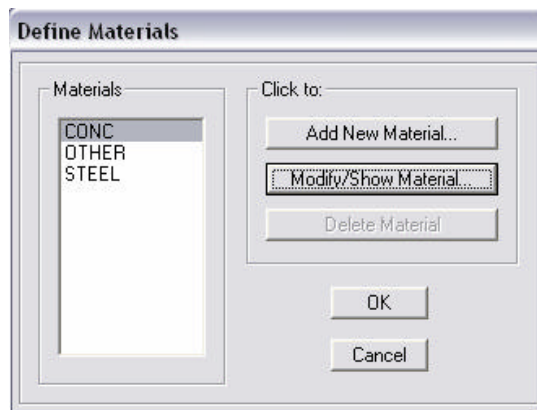
✚ Data-data material/bahan :

Berat per unit volume = 2400 kg/m³

Massa per unit = 244.648318 kg det²/m²

Mutu beton : f'c = 30 Mpa

Mutu baja : f_y = 400 Mpa (tulangan longitudinal)
 f_{ys} = 400 Mpa (tulangan transversal)
 modulus elastisitas beton : $E_c = 2.6154 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$



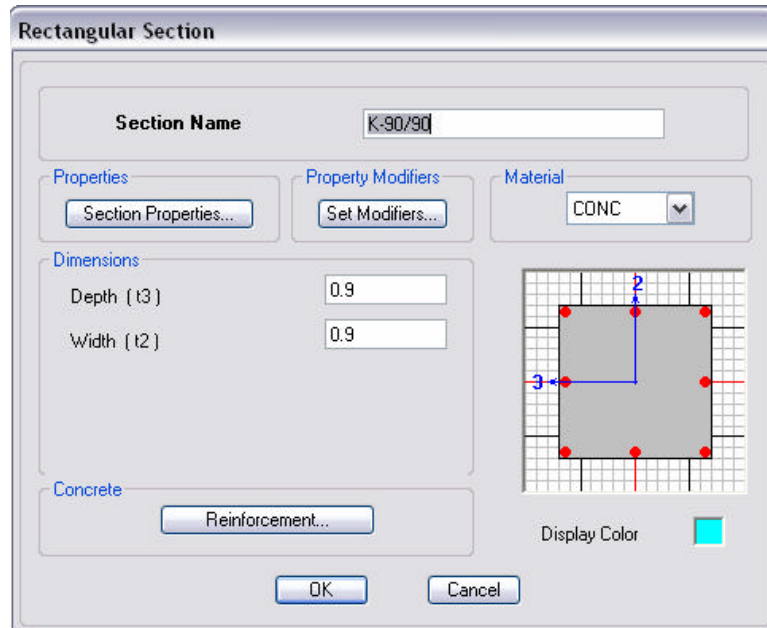
Gambar L-1-2 Define Materials

Gambar L-1-3 Material Property Data

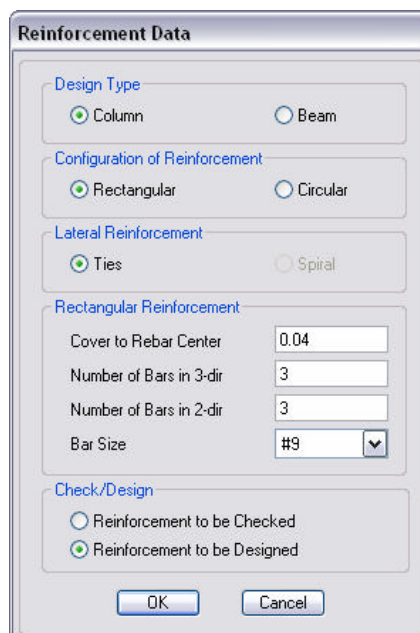
✚ Data-data dimensi kolom, balok, pelat :

Ukuran kolom dan balok

a. Kolom = 90 x 90 cm



Gambar L-1-4 Rectangular Section



Gambar L-1-5 Reinforcement Data

b. Balok induk = 75 x 90 cm

Rectangular Section

Section Name: B-75/90

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: CONC

Dimensions:
Depth (t3): 0.9
Width (t2): 0.75

Concrete: Reinforcement...

Display Color:

OK Cancel

Gambar L-1-6 Rectangular Section

Reinforcement Data

Design Type:
 Column Beam

Concrete Cover to Rebar Center:
Top: 0.05
Bottom: 0.05

Reinforcement Overrides for Ductile Beams:

	Left	Right
Top	0.	0.
Bottom	0.	0.

OK Cancel

Gambar L-1-7 Reinforcement Data

c. Balok anak = 30 x 65 cm

Rectangular Section

Section Name: B-30/65

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: CONC

Dimensions:

Depth (t3): 0.65

Width (t2): 0.3

Concrete: Reinforcement...

Display Color:

OK Cancel

Gambar L-1-8 Rectangular Section

Reinforcement Data

Design Type:

Column Beam

Concrete Cover to Rebar Center:

Top: 0.05

Bottom: 0.05

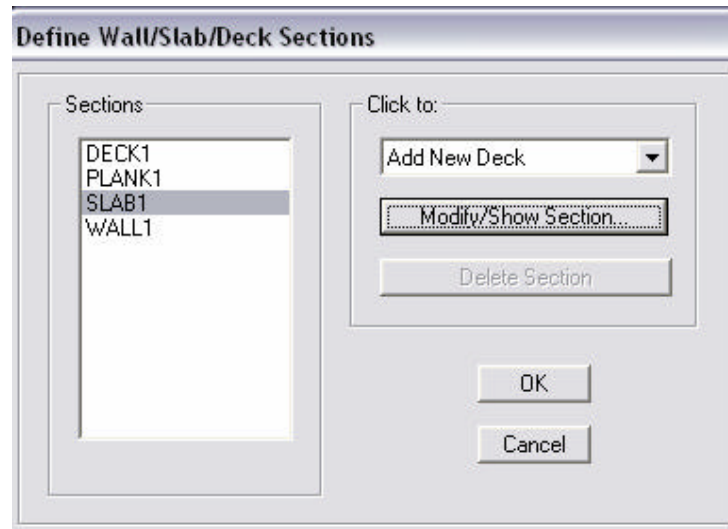
Reinforcement Overrides for Ductile Beams:

	Left	Right
Top	0.	0.
Bottom	0.	0.

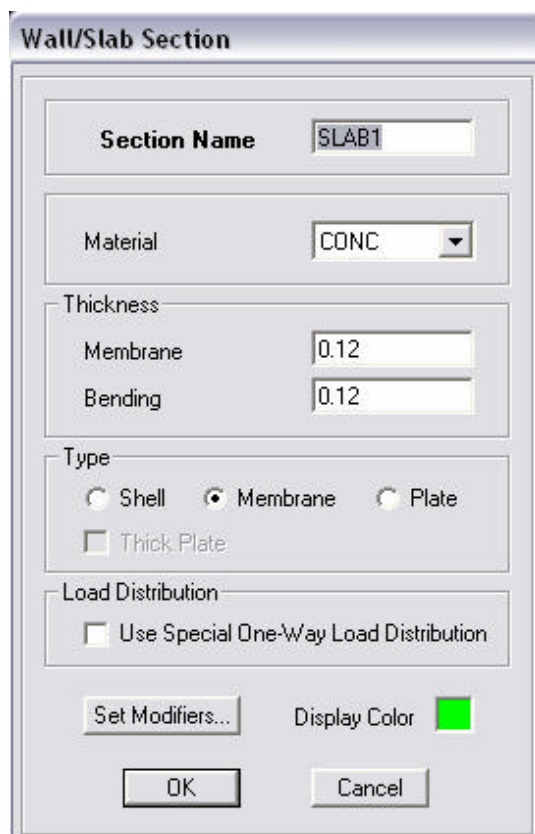
OK Cancel

Gambar L-1-9 Reinforcement Data

Ukuran pelat = 12 cm



Gambar L-1-10 Define Wall/Slab/Deck/ Sections



Gambar L-1-11 Wall/Slab Section

✚ Perletakan

Jenis perletakan yang dipakai adalah jepit

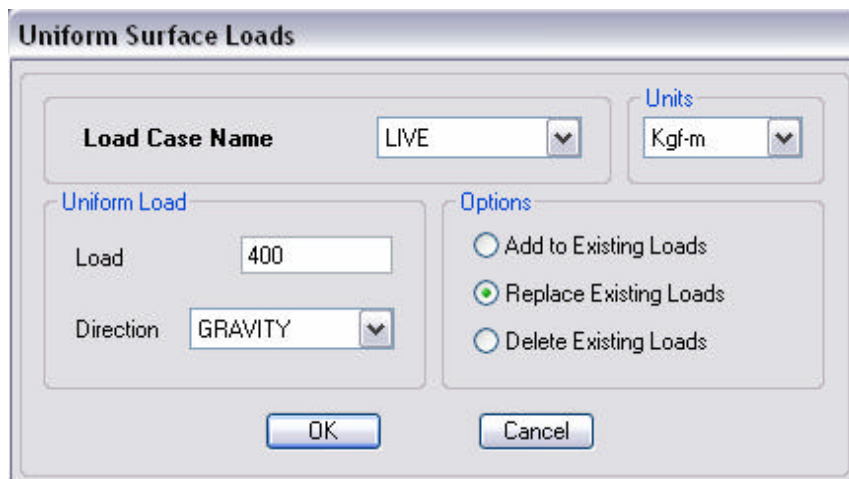


Gambar L-1-12 Assign Restraints

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

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

SDL = 140 kg/m^2



Gambar L-1-13 Uniform Surface Loads

Uniform Surface Loads

Load Case Name: SDL Units: Kgf-m

Uniform Load

Load: 140

Direction: Gravity

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Cancel

Gambar L-1-14 Uniform Surface Loads

Pada pelat lantai : LL = 400 kg/m²

SDL = 140 kg/m²

Uniform Surface Loads

Load Case Name: LIVE Units: Kgf-m

Uniform Load

Load: 400

Direction: GRAVITY

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Cancel

Gambar L-1-15 Uniform Surface Loads

Uniform Surface Loads

Load Case Name: Units:

Uniform Load

Load:

Direction:

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Gambar L-1-16 Uniform Surface Loads

Pada balok tepi (beban dinding) : $SDL = 1000 \text{ kg/m}$

Frame Distributed Loads

Load Case Name: Units:

Load Type and Direction

Forces Moments

Direction:

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads

Distance:

Load:

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

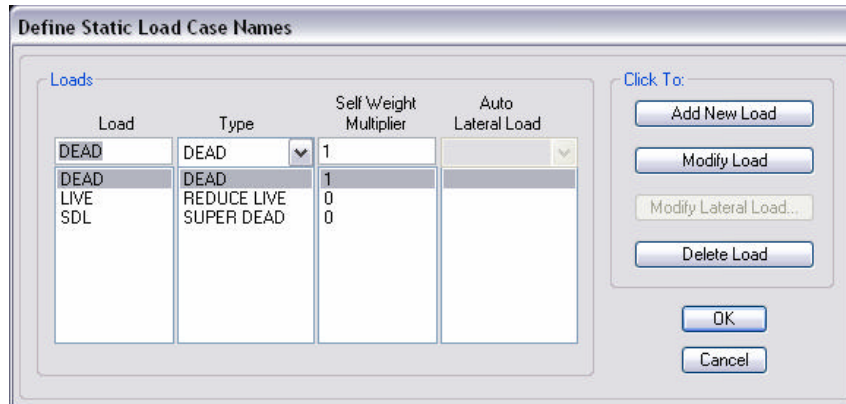
Uniform Load

Load:

Gambar L-1-17 Frame Distributed Loads

Catatan :

- Berat sendiri struktur dimasukkan dalam DL, sehingga *self weight multipliernya* = 1



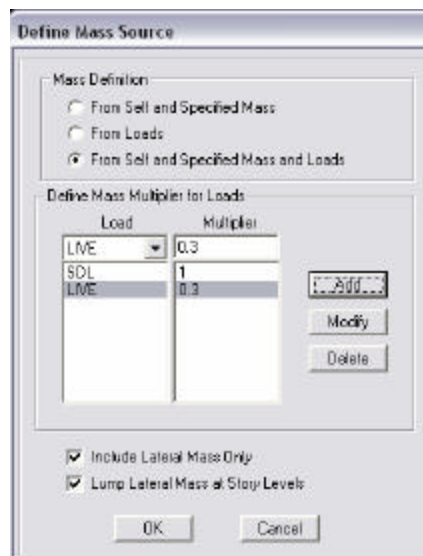
Gambar L-1-18 Define Static Load Case Names

- Define mass source

Mass Definition : From Self and Specified Mass and Loads Define

Mass Multiplier for loads : sesuai dengan peraturan pembebanan hanya

LL yang menggunakan 30%, beban lainnya 100%.

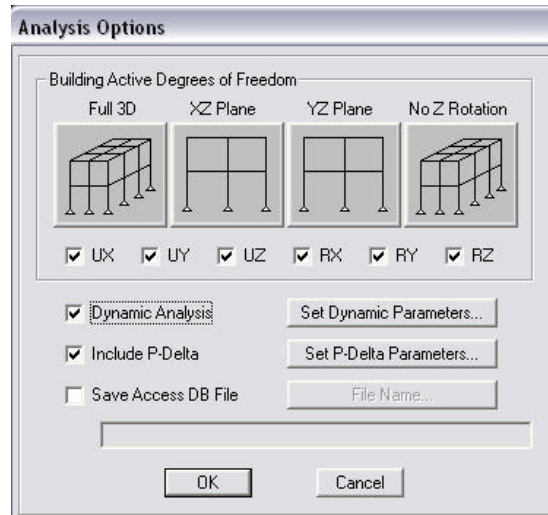


Gambar L-1-19 Define Mass Source

3. Lakukan analisis tahap 1

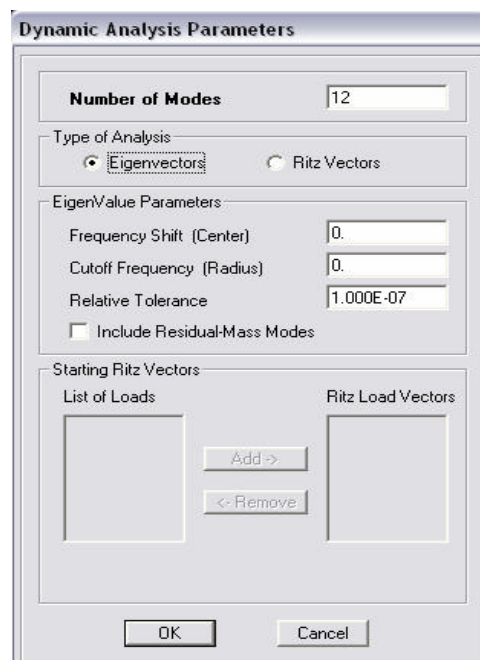
Catatan :

Set Analysis Options



Gambar L-1-20 Analysis Options

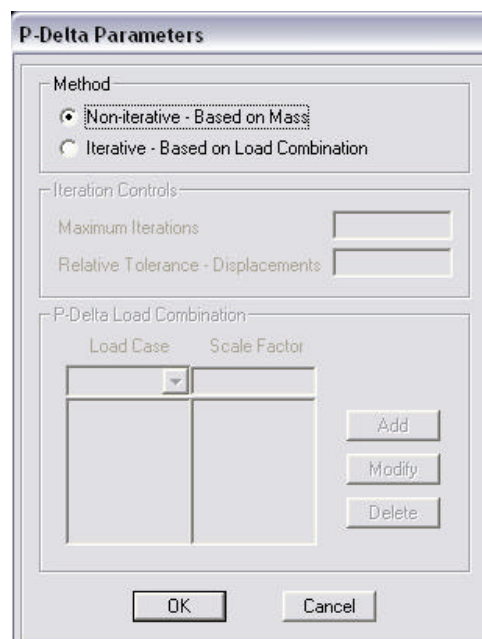
✚ *Set Dynamic Parameters : Type of Analysis = Eigenvectors*



Gambar L-1-21 Dynamic Analysis Parameters

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

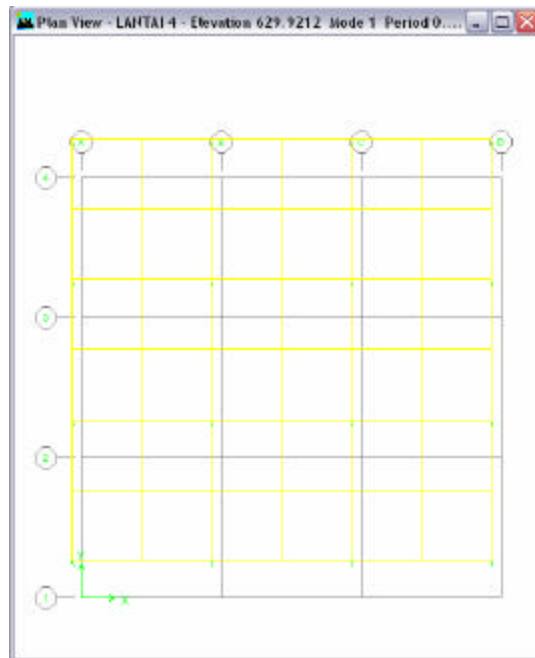
Suatu gedung yang tingginya diukur dari taraf penjepitan lateral adalah ledih dari 10 – 40 m, harus diperhitungkan terhadap pengaruh *P-Delta*, yaitu suatu gejala yang terjadi pada sturktur gedung yang fleksibel, dimana simpangan ke samping yang besar akibat beban gempa lateral menimbulkan beban lateral tambahan akibat momen guling yang terjadi oleh gravitasi yang titik tangkapnya menyimpang ke samping.



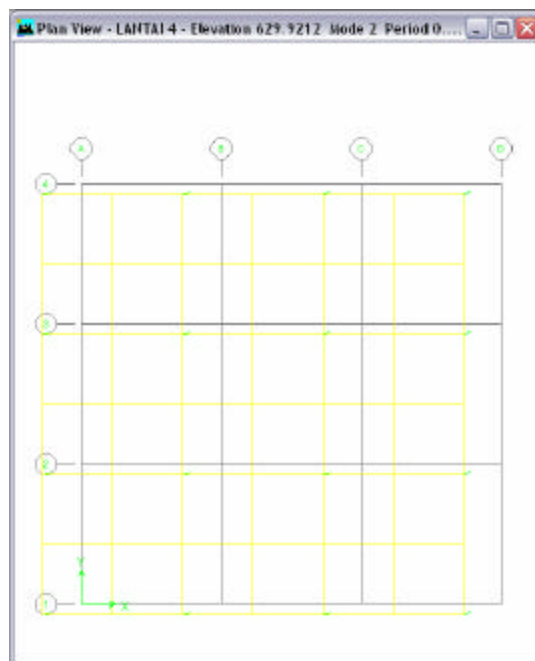
Gambar L-1-22 P-Delta Parameters

4. Berdasarkan analisa 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

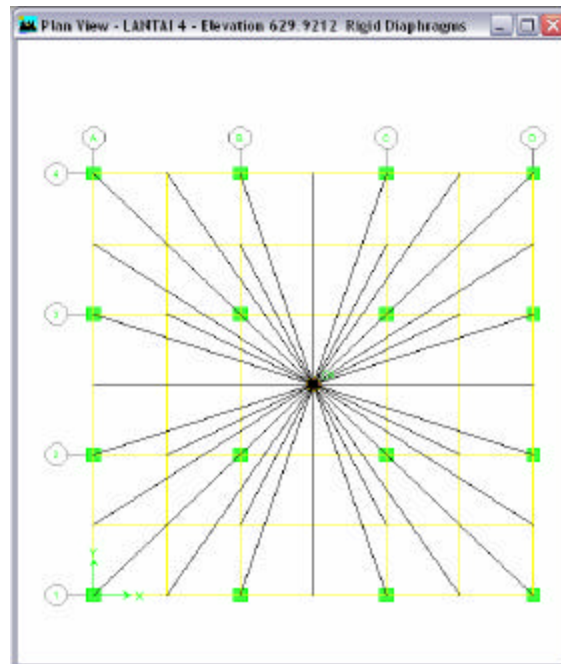


Gambar L-1-23 *Plan View Mode 1*



Gambar L-1-24 *Plan View Mode 2*

5. Buat diafragma tiap lantai



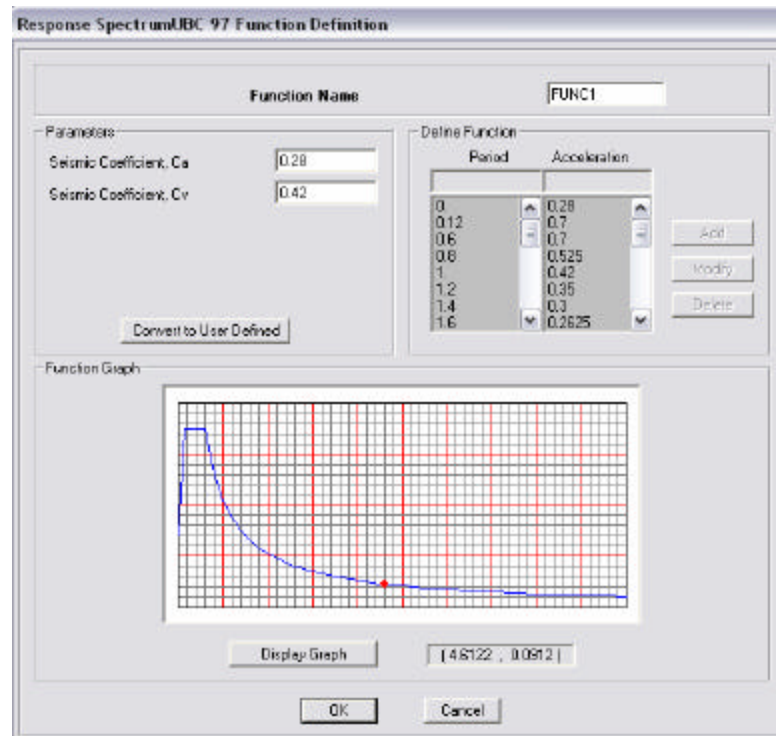
Gambar L-1-25 Plan View Rigid Diaphragms

6. Input beban dinamik respons spektrum

- ✚ Gunakan UBC 97 Response Spectrum. Menurut SNI 03 – 1726 - 2002, masukkan koefisien C_a dan C_v sesuai dengan wilayah gempa Indonesia (lihat Gambar 3.2)

Wilayah gempa 4 tanah sedang : $C_a = 0,28$

$C_v = 0,42$



Gambar L-1-26 Response Spectrum UBC 97 Function Definition

- ✚ 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

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name [SPEC1]

Structural and Function Damping
Damping [0.05]

Modal Combination
 CQC SRSS ABS GMC
 f1 [] f2 []

Directional Combination
 SRSS
 ABS Orthogonal SF []
 Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	FUNC1	9.81
U2	[]	[]
UZ	[]	[]

Excitation angle [0]

Eccentricity
Eccentricity Ratio [0]
Override Eccentricities [Override...]

[OK] [Cancel]

Gambar L-1-27 *Response Spectrum Case Data*

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name [SPEC2]

Structural and Function Damping
Damping [0.05]

Modal Combination
 CQC SRSS ABS GMC
 f1 [] f2 []

Directional Combination
 SRSS
 ABS Orthogonal SF []
 Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	[]	[]
U2	FUNC1	9.81
UZ	[]	[]

Excitation angle [90]

Eccentricity
Eccentricity Ratio [0]
Override Eccentricities [Override...]

[OK] [Cancel]

Gambar L-1-28 *Response Spectrum Case Data*

7. Lakukan analisis tahap 2
8. Berdasarkan analisis tahap 2, dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :
 - *Respon 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	171836.22	-648080.69	0.00	7613431.513	2018673.416	-12288753.8
SPEC1	2	U1	2444237.04	648080.69	0.00	-7613431.513	26714074.768	-26942357.2
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	8465.46	-54798.41	0.00	-42658.511	-6590.045	-948957.96
SPEC1	5	U1	354719.66	54798.41	0.00	42658.511	-276135.996	-4498818.7
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	97297.26	48939.51	0.00	-136159.399	271264.499	-726868.27
SPEC1	8	U1	24515.52	-48939.51	0.00	136159.399	69346.815	-1100326.1
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	9438.38	-14419.44	0.00	11490.050	7520.924	-357867.36
SPEC1	11	U1	22029.22	14419.44	0.00	-11490.050	17553.859	-114146.67
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	All	All	2646308.59	0.01	0.00	0.060	30734950.983	38702128.8
SPEC2	1	U2	648080.69	171836.22	0.00	-2018673.416	7613431.513	12288753.8
SPEC2	2	U2	-648080.69	2444237.04	0.00	26714074.768	-7613431.513	26942357.2
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	54798.41	8465.46	0.00	6590.045	-42658.511	948957.96
SPEC2	5	U2	-54798.41	354719.66	0.00	-42658.511	276135.996	4498818.7
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

Gambar L-1-29 Response Spectrum Base Reactions

Diketahui hasil ETABS : F1 = 171836,22 kg

F2 = -648080,69 kg

$$a = \arctan \frac{F2}{F1} \quad (L.1.1)$$

$$a = -75,49939^\circ$$

Jadi sudutnya harus di ubah menjadi $-79,01102224^\circ$, kemudian sumbu minornya menjadi $-75,49939^\circ + 90^\circ = 14,85006^\circ$.

- Nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat gempa rencana dalam satu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 80% nilai respons 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 :

$$f = \frac{0,8 V_s}{V_d} \geq \frac{1}{R} \quad (\text{L.1.2})$$

Dimana : V_s = gaya geser dasar statik (kg)

V_d = gaya geser dasar dinamik (kg)

R = faktor reduksi gempa (lihat Tabel 3.3)

- Hitung faktor skala dengan melihat output Respon Spec Base Reaction untuk menentukan nilai V_d (gaya geser dinamik), sedangkan V_s (gaya geser dasar statik) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

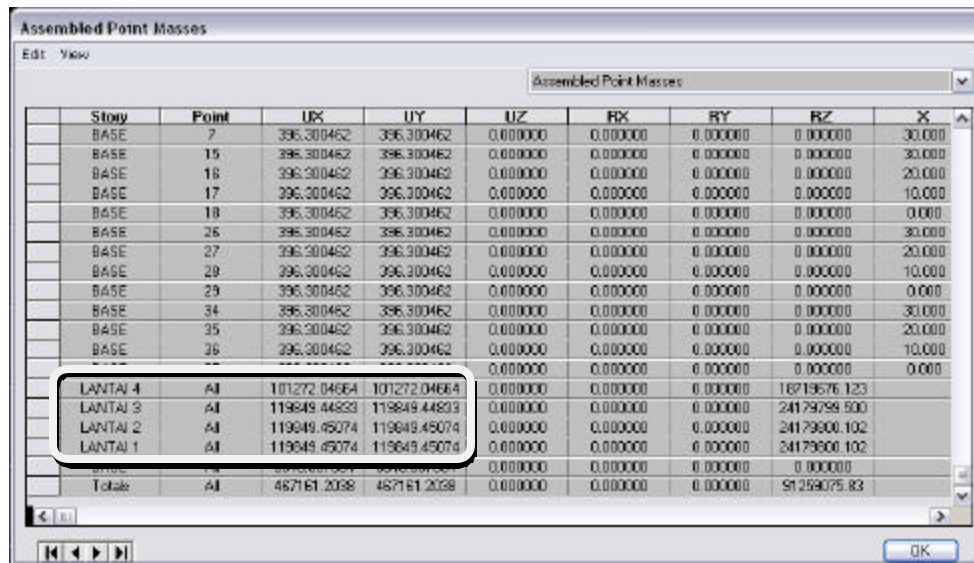
$$V_s = \min \left[\frac{2,5 C_a I}{R} W_t, \frac{C_v I}{R T} W_t \right] \quad (\text{L.1.3})$$

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

T = periode (det.)

Perhitungan faktor skala

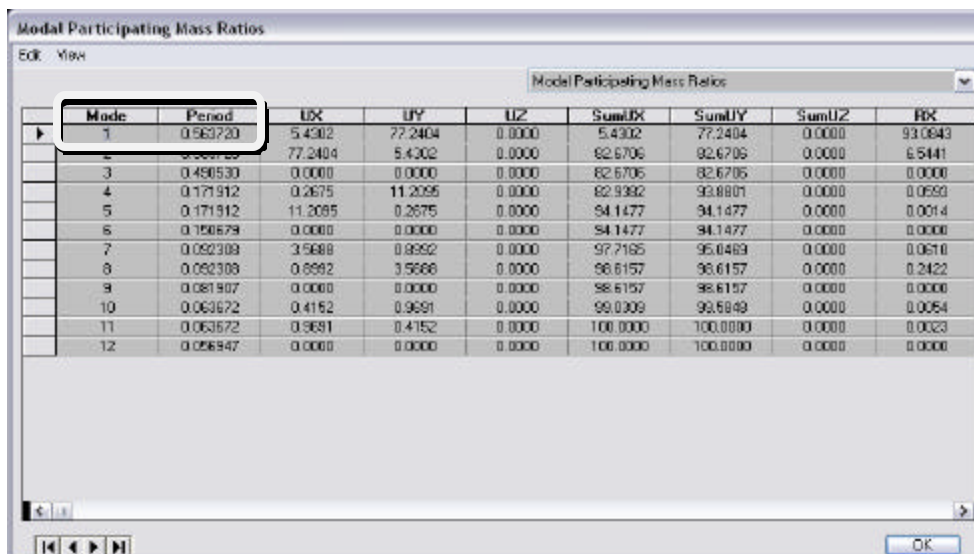
Gambar L-1-30 adalah Massa per lantai gedung yang didapatkan dari langkah perhitungan tahap 1 dan tahap 2.



Story	Point	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	X
BASE	7	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	15	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	16	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	17	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	18	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	26	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	27	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	28	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	29	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	34	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	35	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	36	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
				0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
LANTAI 4	All	101272.04664	101272.04664	0.000000	0.000000	0.000000	18719676.123	
LANTAI 3	All	119849.44893	119849.44893	0.000000	0.000000	0.000000	24179298.500	
LANTAI 2	All	119849.45074	119849.45074	0.000000	0.000000	0.000000	24179300.102	
LANTAI 1	All	119849.45074	119849.45074	0.000000	0.000000	0.000000	24179300.102	
				0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Totale	All	467161.2038	467161.2038	0.000000	0.000000	0.000000	91258075.83	

Gambar L-1-30 Assembled Point Masses

Gambar L-1-31 adalah periode getar atau waktu getar yang didapatkan dari langkah perhitungan tahap 1 dan tahap 2.



Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	0.963720	5.4302	77.2404	0.0000	5.4302	77.2404	0.0000	93.0843
2	0.963720	77.2404	5.4302	0.0000	82.6706	82.6706	0.0000	6.5441
3	0.450530	0.0000	0.0000	0.0000	82.6706	82.6706	0.0000	0.0000
4	0.171912	0.2675	11.2095	0.0000	82.9382	93.8801	0.0000	0.0590
5	0.171912	11.2095	0.2675	0.0000	94.1477	94.1477	0.0000	0.0014
6	0.150679	0.0000	0.0000	0.0000	94.1477	94.1477	0.0000	0.0000
7	0.052309	3.9688	0.8992	0.0000	97.7165	95.0469	0.0000	0.0610
8	0.052309	0.8992	3.9688	0.0000	98.6157	98.6157	0.0000	0.2422
9	0.081907	0.0000	0.0000	0.0000	98.6157	98.6157	0.0000	0.0000
10	0.063672	0.4152	0.9691	0.0000	99.0309	99.6949	0.0000	0.0054
11	0.063672	0.9691	0.4152	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0023
12	0.026947	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0000

Gambar L-1-31 Modal Participating Mass Ratios

Response Spectrum Base Reactions

Edit View

Response Spectrum Base Reactions

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPEC1	1	U1	171836.22	-648080.69	0.00	7613431.513	2018673.416	-12298753.6
SPEC1	2	U1	2444237.94	649090.69	0.00	7613431.513	28714074.768	26942357.2
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	8465.46	-54798.41	0.00	-42658.511	-6590.045	-948957.96
SPEC1	5	U1	354719.66	54798.41	0.00	42658.511	276135.996	4498918.7
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	97297.25	48939.51	0.00	-136159.393	271254.489	-726866.27
SPEC1	8	U1	24515.57	-48939.51	0.00	136159.393	68346.915	-1100326.1
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	9438.38	-14419.44	0.00	11490.050	7520.924	-357867.30
SPEC1	11	U1	22029.22	14419.44	0.00	-11490.050	17553.959	-114146.67
SPEC1	11	U1	2546808.59	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	11	U1	2546808.59	0.01	0.00	0.060	30734950.963	39702128.6
SPEC2	1	U2	648080.69	171836.22	0.00	2018673.416	7613431.513	12298753.6
SPEC2	2	U2	-648090.69	2444237.94	0.00	28714074.768	-7613431.513	26942357.2
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	54798.41	8465.46	0.00	6590.045	-42658.511	948957.96
SPEC2	5	U2	-54798.41	354719.66	0.00	276135.996	42658.511	4498918.7
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	7	U2	48939.51	97297.25	0.00	136159.393	-271254.489	726866.27
SPEC2	8	U2	-48939.51	24515.57	0.00	-136159.393	68346.915	-1100326.1
SPEC2	9	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	10	U2	-14419.44	9438.38	0.00	11490.050	-7520.924	357867.30
SPEC2	11	U2	14419.44	-22029.22	0.00	-11490.050	17553.959	-114146.67

OK

Gambar L-1-32 Response Spectrum Base Reactions

Diketahui : $I = 1$

$R = 8,5$

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

Dari ETABS : $Wt = mt \times g$

$$= (1011272,04664 + 119849,44833 + 119849,45074 +$$

$$119849,45074) \times 9,81$$

$$= 13447748,08 \text{ kg}$$

$T = 0,563720 \text{ det.}$

$Vd = 2646808,59 \text{ kg}$

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

$$Vs = \min \left[\frac{2,5 \times 0,28 \times 1}{8,5} 13447748,08, \frac{0,42 \times 1}{8,5 \times 0,563720} 13447748,08 \right]$$

$$V_s = \min [110743,9595 , 1178735,833]$$

$$V_s = 110743,9595 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,8 V_s}{V_d}$$

$$f = \frac{0,8 \times 110743,9595}{2646808,59}$$

$$f = \max \left[\frac{0,8 V_s}{V_d}, \frac{1}{R} \right]$$

$$f = \max [0,03347 , 0,11765]$$

$$f = 0,11765$$

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

$$= 0,11765 \times 9,81$$

$$= 1,15415 \text{ m/def}^2$$

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

Kemudian digunakan SPEC1 dan SPEC 2 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

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name:

Structural and Function Damping

Damping:

Modal Combination

CQC SRSS ABS GMC

Directional Combination

SRSS ABS

Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	<input type="text" value="FUNC1"/>	<input type="text" value="1.1542"/>
U2	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
UZ	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Excitation angle:

Eccentricity

% Eccentricity:

Override Eccentricities:

Gambar L-1-33 Response Spectrum Case Data

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name:

Structural and Function Damping

Damping:

Modal Combination

CQC SRSS ABS GMC

Directional Combination

SRSS ABS

Modified SRSS (Chinese)

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
U2	<input type="text" value="FUNC1"/>	<input type="text" value="1.1542"/>
UZ	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Excitation angle:

Eccentricity

% Eccentricity:

Override Eccentricities:

Gambar L-1-34 Response Spectrum Case Data

9. Lakukan analisis tahap 3, kemudian lakukan control simpangan antar tingkat berdasarkan output Etabs tersebut di atas.

(selain simpangan antar tingkat, batas lahan juga harus dikontrol. Akan tetapi dalam tugas akhir ini, dianggap jarak gedung cukup jauh dari bangunan-bangunan lainnya, sehingga batas lahan tidak perlu dikontrol lagi.)

Tabel L.1 Kontrol rasio simpangan antar tingkat

Level	hi (m)	$\frac{dxi}{hi}$	$\frac{dyi}{hi}$	Kondisi Layan			Kondisi Batas		
				$\frac{d_j}{hi} = \sqrt{\left(\frac{dxi}{hi}\right)^2 + \left(\frac{dyi}{hi}\right)^2}$	$\frac{di^*}{hi} = \min \left[\frac{0,03}{R}, \frac{0,03}{hi} \right]$	Status	$\frac{dMi}{hi} = \frac{di}{hi} \cdot 0,7R$	$\frac{dMi^*}{hi}$	Status
4	4	0.000012	0.001916	0.001916	0.003529	OK	0.0114002	0.02	OK
3	4	0.000011	0.003386	0.003386	0.003529	OK	0.0201467	0.02	OK
2	4	0.000018	0.004821	0.004821	0.003529	OK	0.02868495	0.02	OK
1	4	0.000021	0.004858	0.004858	0.003529	OK	0.0289051	0.02	OK

R = 8,5 (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)

B. Prosedur Pemodelan Struktur Gedung (SRPMK) untuk Keperluan Analisis dan Desain dengan Menggunakan Program ETABS v9.04 dan Perhitungannya

Untuk langkah-langkah pemodelannya hampir sama dengan langkah-langkah pemodelan untuk kontrol simpangan antar tingkat (sub bab 4.2.1) yaitu pada langkah 1 sampai dengan 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 di atas 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	171836.22	648080.69	0.00	7613431.513	2018673.416	12298753.8
SPEC1	2	U1	2444237.84	648080.69	0.00	-7613431.513	26714074.768	26942357.2
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	8465.46	-54798.41	0.00	-42658.511	-6590.045	-949957.95
SPEC1	5	U1	354719.66	54798.41	0.00	42658.511	-276135.996	-4499918.7
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	97297.26	48939.51	0.00	-136159.393	271254.499	-726666.27
SPEC1	8	U1	24515.52	-48939.51	0.00	136159.393	89346.815	-1100326.1
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	9438.38	-14419.44	0.00	11490.050	7520.924	-357867.30
SPEC1	11	U1	22029.22	14419.44	0.00	-11490.050	17553.859	-114146.67
SPEC1	12	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	All	All	2646908.59	0.01	0.00	0.050	30734850.983	39702128.8
SPEC2	1	U2	648080.69	171836.22	0.00	-2018673.416	7613431.513	12298753.8
SPEC2	2	U2	-648080.69	2444237.84	0.00	-26714074.768	-7613431.513	26942357.2
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	54798.41	8465.46	0.00	6590.045	-42658.511	949957.95
SPEC2	5	U2	-54798.41	354719.66	0.00	-276135.996	42658.511	4499918.7
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	7	U2	48939.51	97297.26	0.00	136159.393	-271254.499	726666.27

Gambar L-1-35 Response Spectrum Base Reactions

Diketahui hasil ETABS : F1 = 171836,22 kg

F2 = -648080,69 kg

$$a = \arctan \frac{F2}{F1} \quad (\text{L.1.4})$$

$$a = -75,49939^\circ$$

Jadi sudutnya harus di ubah menjadi $-79,01102224^\circ$, kemudian sumbu minornya menjadi $-75,49939^\circ + 90^\circ = 14,85006^\circ$.

Nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat gempa rencana dalam satu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 80% nilai respons 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 :

$$f = \frac{0,8 V_s}{V_d} \geq \frac{1}{R} \quad (\text{L.1.5})$$

Dimana : V_s = gaya geser dasar statik (kg)

V_d = gaya geser dasar dinamik (kg)

R = faktor reduksi gempa (lihat Tabel 3.3)

- Hitung faktor skala dengan melihat output Respon Spec Base Reaction untuk menentukan nilai V_d (gaya geser dinamik), sedangkan V_s (gaya geser dasar statik) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V_s = \min \left[\frac{2,5 C_a I}{R} W_t, \frac{C_v I}{R T} W_t \right] \quad (\text{L.1.6})$$

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

T = periode (det.)

$$T_{ETABS} = 1,2 T_a \rightarrow T = T_{ETABS} \quad (L.1.7)$$

$$T > 1,2 T_a \rightarrow T = T_a \quad (L.1.8)$$

$$\text{Dimana : } T_a = 0,0731 H^{3/4}$$

Perhitungan faktor skala

Gambar L-1-36 adalah Massa perantai gedung yang didapatkan dari langkah perhitungan tahap 1 dan tahap 2.

Step	Point	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	X
BASE	7	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	15	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	16	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	17	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	18	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	26	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	27	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	28	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
BASE	29	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
BASE	34	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	30.000
BASE	35	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	20.000
BASE	36	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	10.000
				0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000
LANTAI 4	All	101272.04664	101272.04664	0.000000	0.000000	0.000000	18719576.123	
LANTAI 3	All	119849.44833	119849.44833	0.000000	0.000000	0.000000	24179799.500	
LANTAI 2	All	119849.45074	119849.45074	0.000000	0.000000	0.000000	24179800.102	
LANTAI 1	All	119849.45074	119849.45074	0.000000	0.000000	0.000000	24179800.102	
BASE	All	396.300462	396.300462	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Total	All	467161.2038	467161.2038	0.000000	0.000000	0.000000	91259075.83	

Gambar L-1-36 Assembled Point Masses

Gambar L-1-37 adalah periode getar atau waktu getar yang didapatkan dari langkah perhitungan tahap 1 dan tahap 2.

Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	0.629220	5.4302	77.2404	0.0000	5.4302	77.2404	0.0000	93.0943
2	0.963720	77.2404	5.4302	0.0000	82.6706	82.6706	0.0000	5.5441
3	0.490530	0.0000	0.0000	0.0000	82.6706	82.6706	0.0000	0.0000
4	0.171912	0.2675	11.2095	0.0000	82.9382	99.8801	0.0000	0.0593
5	0.171912	11.2095	0.2675	0.0000	94.1477	94.1477	0.0000	0.0014
6	0.150679	0.0000	0.0000	0.0000	94.1477	94.1477	0.0000	0.0000
7	0.052308	3.5698	0.8992	0.0000	97.7165	95.0463	0.0000	0.0610
8	0.052308	0.8992	3.5698	0.0000	98.6157	98.6157	0.0000	0.2422
9	0.081507	0.0000	0.0000	0.0000	98.6157	98.6157	0.0000	0.0000
10	0.063672	0.4152	0.9591	0.0000	99.0098	98.9949	0.0000	0.0054
11	0.063672	0.9591	0.4152	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0023
12	0.056547	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0000

Gambar L-1-37 Modal Participating Mass Ratios

Response Spectrum Base Reactions

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPEC1	1	U1	171836.22	-648080.69	0.00	7613431.513	2018673.416	-12288753.6
SPEC1	2	U1	2444237.84	648080.69	0.00	-7613431.513	2018673.416	-26942357.2
SPEC1	3	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	4	U1	8465.46	-54798.41	0.00	-42658.511	-6590.045	-94957.95
SPEC1	5	U1	354719.66	54798.41	0.00	42658.511	-275135.996	-4498818.7
SPEC1	6	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	7	U1	97297.26	48839.51	0.00	-136159.399	271254.489	-726866.25
SPEC1	8	U1	24815.57	-48839.51	0.00	136159.399	68346.815	-1100326.1
SPEC1	9	U1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC1	10	U1	9438.39	-14419.44	0.00	11490.050	7520.324	-357067.30
SPEC1	11	U1	22029.22	14419.44	0.00	-11490.050	17553.858	-114146.65
SPEC1	All	All	2546808.59	0.01	0.00	0.000	30734950.960	39702128.6
SPEC2	1	U2	648080.69	171836.22	0.00	2018673.416	7613431.513	12288753.6
SPEC2	2	U2	-648080.69	2444237.84	0.00	-2018673.416	7613431.513	26942357.2
SPEC2	3	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	4	U2	54798.41	8465.46	0.00	6590.045	-42658.511	94957.95
SPEC2	5	U2	-54798.41	354719.66	0.00	-42658.511	275135.996	4498818.7
SPEC2	6	U2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
SPEC2	7	U2	48839.51	97297.26	0.00	271254.489	-136159.399	726866.25

Gambar L-1-38 Response Spectrum Base Reactions

Diketahui : $I = 1$

$$R = 8,5$$

$$C_a = 0,28 ; C_v = 0,42$$

Dari ETABS : $W_t = m_t \times g$

$$= (1011272,04664 + 119849,44833 + 119849,45074 +$$

$$119849,45074) \times 9,81$$

$$= 13447748,08 \text{ kg}$$

$$T_{ETABS} = 0,563720 \text{ det.}$$

$$V_d = 2646808,59 \text{ kg}$$

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

$$T_a = 0,0731 \times 16^{3/4}$$

$$T_a = 0,5848$$

$$1,2 T_a = 1,2 \times 0,5848$$

$$= 0,70176$$

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

$$0,563720 = 0,70176 \rightarrow T = 0,563720 \text{ det.}$$

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

$$V_s = \min \left[\frac{2,5 \times 0,28 \times 1}{8,5} 13447748,08, \frac{0,42 \times 1}{8,5 \times 0,563720} 13447748,08 \right]$$

$$V_s = \min [110743,9595, 1178735,833]$$

$$V_s = 110743,9595 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,8 V_s}{V_d}$$

$$f = \frac{0,8 \times 110743,9595}{2646808,59}$$

$$f = \max \left[\frac{0,8 V_s}{V_d}, \frac{1}{R} \right]$$

$$f = \max [0,03347, 0,117647]$$

$$f = 0,117647$$

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

$$= 0,11765 \times 9,81$$

$$= 1,15415 \text{ m/def}^2$$

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

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

Adapun kombinasinya adalah :

1) 1,4 DL + 1,4 SDL

Case Name	Scale Factor
DEAD Static Load	1.4
SDL Static Load	1.4

Gambar L-1-39 Load Combination Data

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

Case Name	Scale Factor
DEAD Static Load	1.2
SDL Static Load	1.2
LIVE Static Load	1.6

Gambar L-1-40 Load Combination Data

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

Load Combination Data

Load Combination Name: COMB3

Load Combination Type: ADD

Define Combination

Case Name	Scale Factor
DEAD Static Load	1.2
DEAD Static Load	1.2
SDL Static Load	1.2
LIVE Static Load	0.5
SPEC1 Spectra	1

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Gambar L-1-41 Load Combination Data

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

Load Combination Data

Load Combination Name: COMB4

Load Combination Type: ADD

Define Combination

Case Name	Scale Factor
DEAD Static Load	0.9
DEAD Static Load	0.9
SDL Static Load	0.9
SPEC1 Spectra	1

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Gambar L-1-42 Load Combination Data

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 faktor skala f^* yang telah didapat di atas

The screenshot shows the 'Response Spectrum Case Data' dialog box with the following settings:

- Spectrum Case Name:** SPEC1
- Structural and Function Damping:** Damping = 0.05
- Modal Combination:** CQC (selected), SRSS, ABS, GMC
- Directional Combination:** SRSS, ABS (selected), Modified SRSS (Chinese). Orthogonal SF = 0.3
- Input Response Spectra:**

Direction	Function	Scale Factor
U1	FUNC1	1.1542
U2	FUNC1	1.1542
UZ		

 Excitation angle = -75.4994
- Eccentricity:** % Eccentricity = 0. Override Eccentricities: Override...

Three callout boxes provide additional context:

- Top Callout:** Menurut SNI 03 – 1726 – 2002, untuk mensimulasi arah pengaruh Gempa Rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan ke arah utama dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus dari arah utama, tetapi dengan efektifitas hanya 30%
- Middle Callout:** f^* = faktor skala yang didapat dari perhitungan faktor skala (langkah 8)
- Bottom Callout:** Sudut yang dinyatakan arah sumbu utama gedung yang juga didapat dalam langkah 8

Gambar L-1-43 *Response Spectrum Case Data*

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

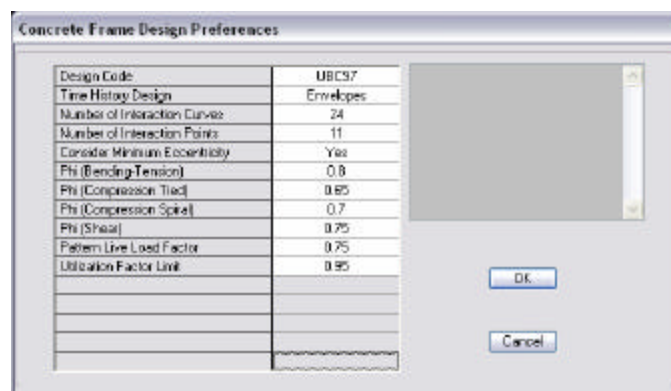
Inputkan faktor-faktor sesuai dengan SNI 03 – 1726 – 2002, pada *Concrete Frame Design Preferences*

Phi Bending Tension = 0,8

Phi Compression Tied = 0,65

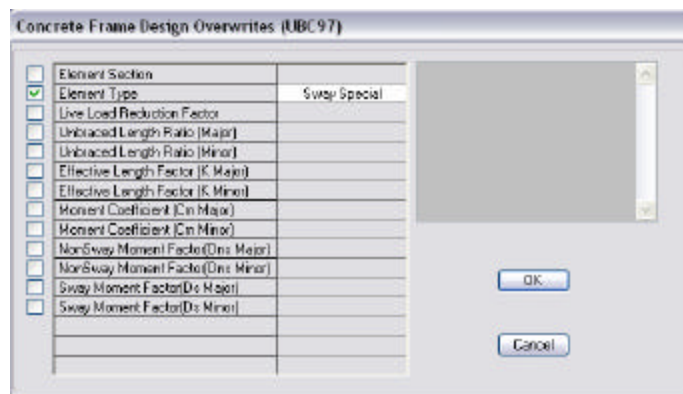
Phi Compression Spiral = 0,7

Phi Shear = 0,75

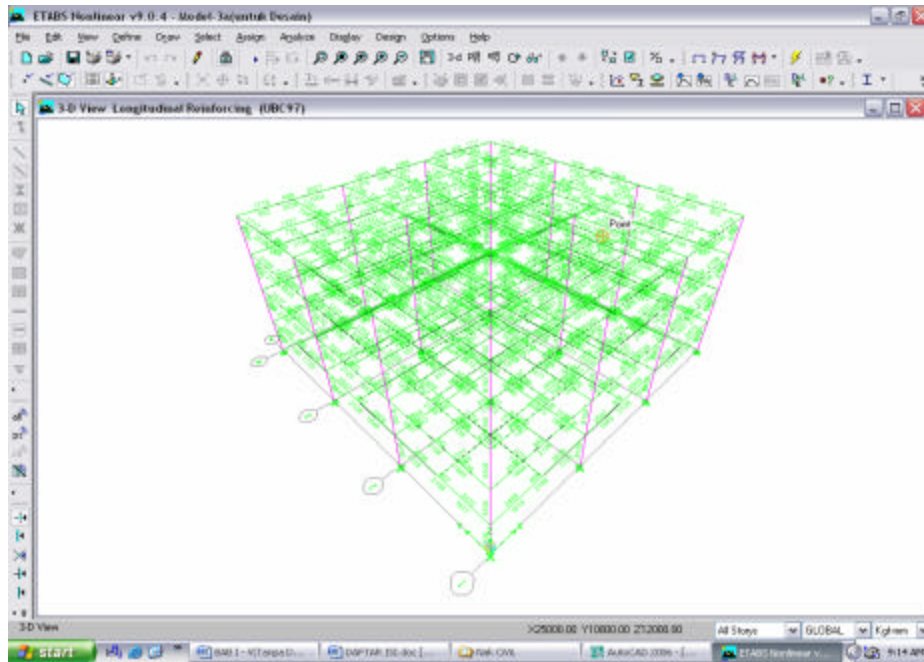


Gambar L-1-44 Concrete Frame Design Preferences

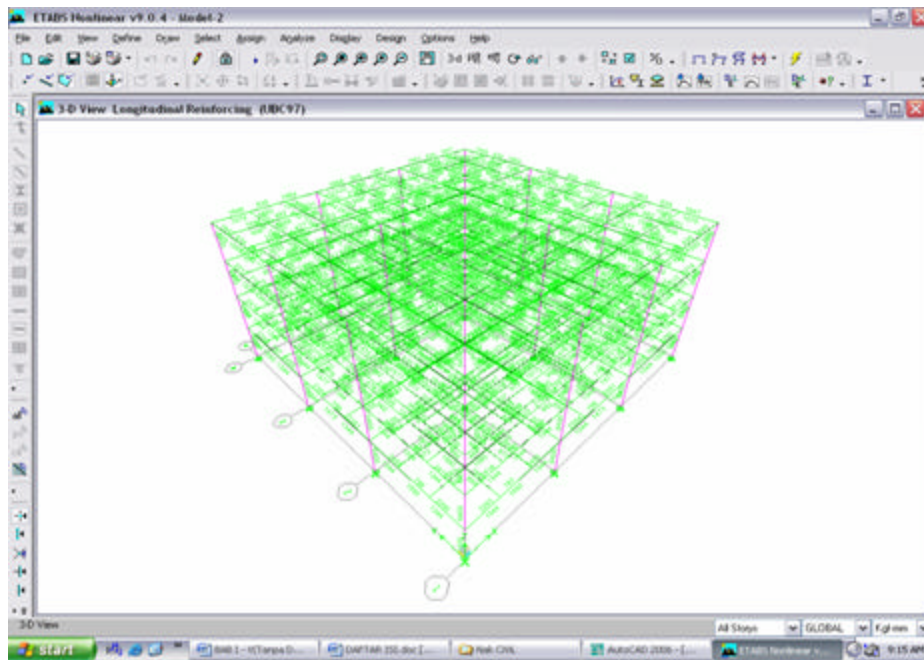
11. Untuk jenis Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), maka dapat diinputkan pada *Concrete Frame Design Overwrites* dengan memberikan tanda / check mark pada *Element Type* dan memilih *Sway Special*



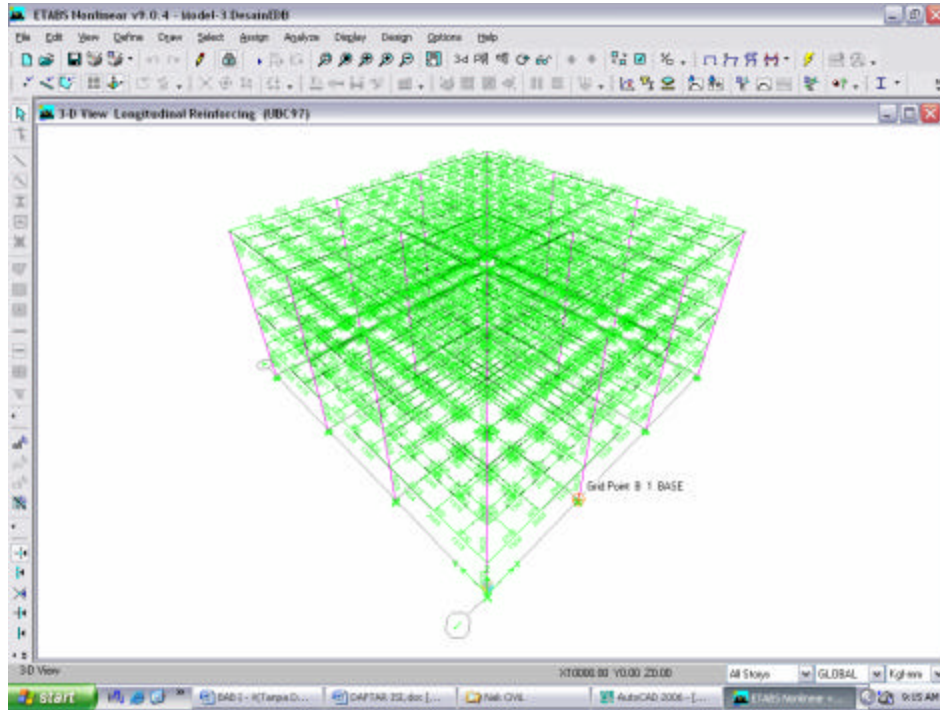
Gambar L-1-45 Concrete Frame Design Overwrites (UBC 97)

Lampiran 2 : Output Etabs Ver. 9.04

Gambar L-2-1 Longitudinal Reinforcing Model 1



Gambar L-2-2 Longitudinal Reinforcing Model 2



Gambar L-2-3 Longitudinal Reinforcing Model 3

Lampiran 3 : Langkah perhitungan volume beton dan berat tulangan**1. Volume beton**

Langkah-langkah perhitungan Volume struktur gedung

$$V = b \times h \times L \quad (\text{L.2})$$

Dimana :

v : Volume (m^3)

b : Lebar (m)

h : Tinggi (m)

L : Panjang bentang (m)

Contoh perhitungan :

Diketahui : b = 0,3 m

h = 0,4 m

Panjang bentang = 10 m

Penyelesaian :

$$v = b \times h \times L$$

$$v = 0,3 \times 0,4 \times 10$$

$$v = 1,2 \text{ m}^3$$

2. Berat tulangan

Langkah-langkah perhitungan Berat struktur gedung

Contoh perhitungan :

a) Kolom

Diketahui : Kolom ukuran 75/75

$$\text{Panjang bentang (L)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tulangan utama} = 12 \text{ D } 25$$

$$\text{Tulangan sengkang} = \text{F10} - 200$$

$$\text{Berat besi dia. 25} = 3,85 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat besi dia. 10} = 0,62 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

- Volume kolom = $0,75 \times 0,75 \times 4 \text{ m}$
= $2,25 \text{ m}^3$
- Tulangan utama = $(4 \times 12 \text{ buah}) \times \text{Berat besi}$
= $(4 \times 12 \text{ buah}) \times 3,85$
= $184,8 \text{ Kg}$
- Tulangan sengkang = $[\{ 2 \times ((0,75 - 0,08) + (0,75 - 0,08) + 0,04) +$
 $(0,75 - 0,08) + (0,75 - 0,08) + 0,2 \} \times 4/0,2 \text{ bh}] \times$
 Berat besi
= $[\{ (2 \times (0,67 + 0,67 + 0,04)) + (0,67 + 0,67 + 0,2) \}$
 $\times 20] \times 0,62$
= $53,32 \text{ Kg}$

- Berat tulangan untuk 1 buah kolom/m³
 $= (184,8 + 53,32) / 2,25 = 105,83 \text{ Kg}$

b) Balok

Diketahui : Balok ukuran 60/60

Panjang bentang (L) = 4 m

Tulangan Tumpuan = 12 D 22 (Kiri)

Tulangan Tumpuan = 12 D 22 (Kanan)

Tulangan Lapangan = 9 D 22

Tulangan sengkang = F 10 – 100 (tumpuan) dan F 10 – 200
(lapangan)

Berat besi dia. 22 = 2,98 Kg/m

Berat besi dia. 10 = 0,62 Kg/m

Selimut beton = 40 mm

Penyelesaian :

Tumpuan kiri :

- Volume kolom = $0,6 \times 0,6 \times 3,33 \text{ m}$
 $= 1,1988 \text{ m}^3$
- Tulangan utama = $(3,33 \times 12 \text{ buah}) \times \text{Berat besi}$
 $= (3,33 \times 12 \text{ buah}) \times 2,98$
 $= 119,08 \text{ Kg}$
- Tulangan sengkang = $[\{ 2 \times ((0,6 - 0,1) + (0,6 - 0,1) + 0,05) + (0,6 - 0,1) + 0,1 \} \times 3,33 / 0,1 \text{ bh}] \times \text{Berat besi}$

$$= [(2 \times (0,5 + 0,5 + 0,05)) + (0,5 + 0,1)] \times 33,3 \times 0,62$$

$$= 55,74 \text{ Kg}$$

- Berat tulangan untuk 1 buah kolom/m³
 $= (119,08 + 55,74) / 1,1988 = 145,83 \text{ Kg}$

Lapangan :

- Volume kolom = $0,6 \times 0,6 \times 5 \text{ m}$
 $= 1,8 \text{ m}^3$
- Tulangan utama = $(5 \times 9 \text{ buah}) \times \text{Berat besi}$
 $= (5 \times 9 \text{ buah}) \times 2,98$
 $= 134,1 \text{ Kg}$
- Tulangan sengkang = $[2 \times ((0,6 - 0,1) + (0,6 - 0,1) + 0,05)] \times 5/0,2bh$
 $\times \text{Berat besi}$
 $= [2 \times (0,5 + 0,5 + 0,05)] \times 25 \times 0,62$
 $= 32,55 \text{ Kg}$
- Berat tulangan untuk 1 buah kolom/m³
 $= (134,1 + 32,55) / 1,8 = 92,58 \text{ Kg}$

Tumpuan kanan :

- Volume kolom = $0,6 \times 0,6 \times 3,33 \text{ m}$
 $= 1,1988 \text{ m}^3$
- Tulangan utama = $(3,33 \times 12 \text{ buah}) \times \text{Berat besi}$
 $= (3,33 \times 12 \text{ buah}) \times 2,98$

$$= 119,08 \text{ Kg}$$

- Tulangan sengkang = $[\{2 \times ((0,6 - 0,1) + (0,6 - 0,1) + 0,05) + (0,6 - 0,1) + 0,1\} \times 3,33/0,1 \text{ bh}] \times \text{Berat besi}$
 $= [\{(2 \times (0,5 + 0,5 + 0,05)) + (0,5 + 0,1)\} \times 33,3] \times 0,62$
 $= 55,74 \text{ Kg}$

- Berat tulangan untuk 1 buah kolom/ m^3
 $= (119,08 + 55,74) / 1,1988 = 145,83 \text{ Kg}$

c) Pelat

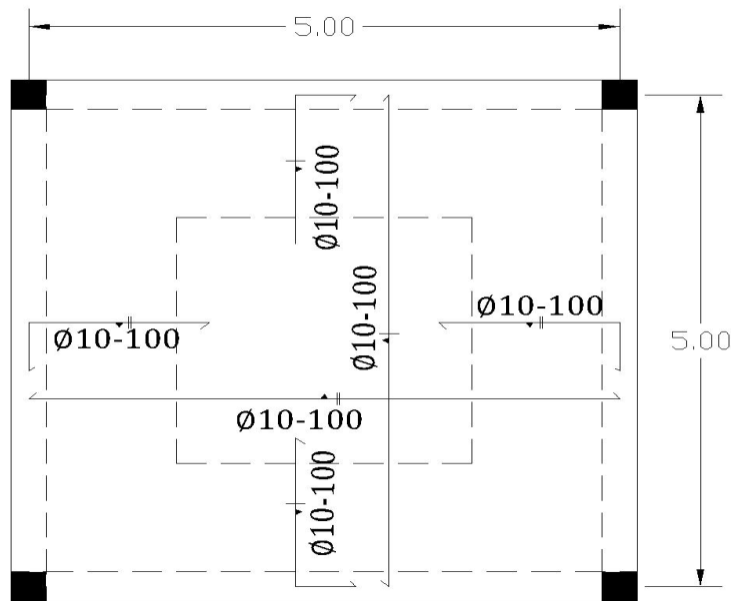
Diketahui :	Tebal pelat	= 0,1 m
	Tulangan	= F10 – 160
	Selimut beton	= 15 mm

Penyelesaian :

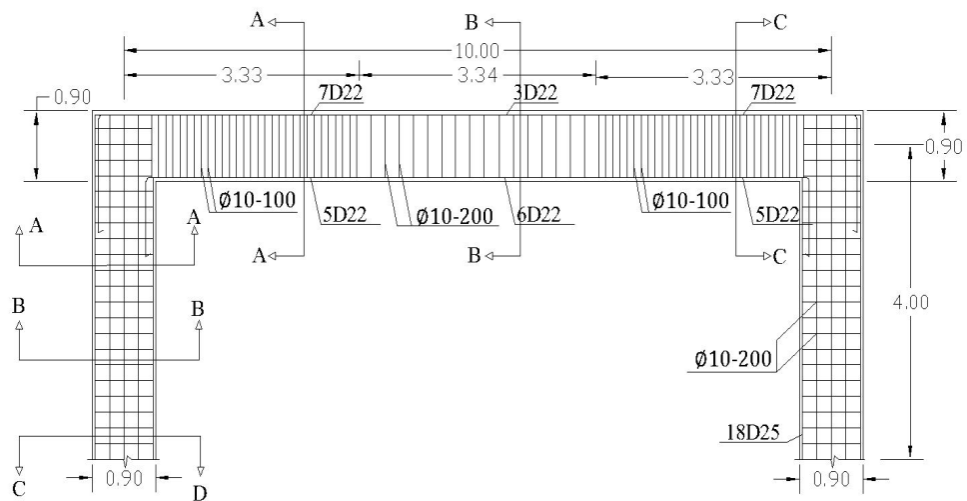
- Volume pelat lantai = $2,5 \times 2,5 \times 0,1$
 $= 0,625 \text{ m}^3$
- Tulangan (selimut beton = 15 mm)
 $= [2 \times \{(2,5 - 0,03) + (0,1 - 0,03)\} \times 2,5/0,16 \text{ buah}] +$
 $[2 \times \{(2,5 - 0,03) + (0,1 - 0,03)\} \times 2,5/0,16 \text{ buah}] \times \text{Berat besi}$
 $= [2 \times (2,47 + 0,07) \times 15,625 \text{ buah}] + [2 \times (2,47 + 0,07) \times 15,625 \text{ buah}] \times 0,62$
 $= 98,425 \text{ Kg}$
- Berat tulangan untuk pelat lantai/ m^3
 $= 98,425/0,625 = 157,48 \text{ Kg}$

Lampiran 4 : Denah Penulangan

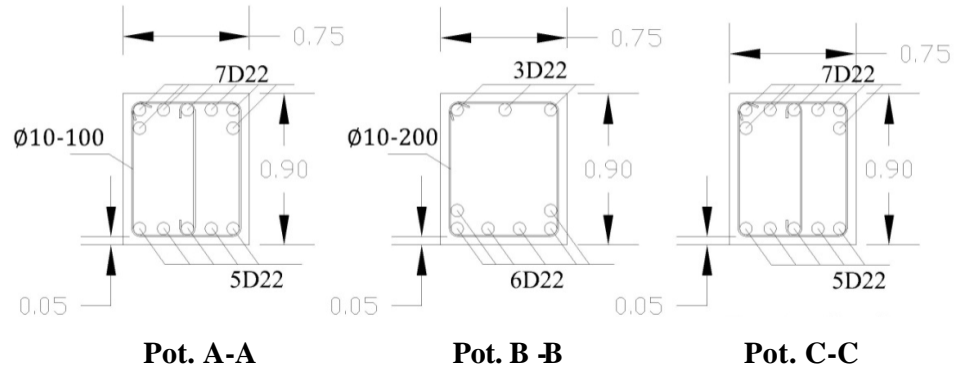
1. Penulangan Model 1



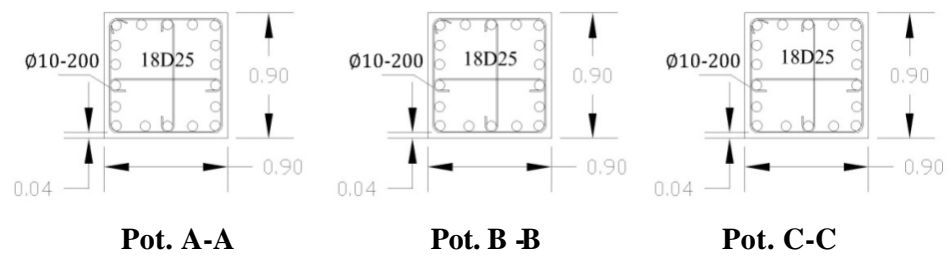
Gambar L-4-1 Denah Penulangan Pelat



Gambar L-4-2 Denah Penulangan Balok Induk dan Kolom

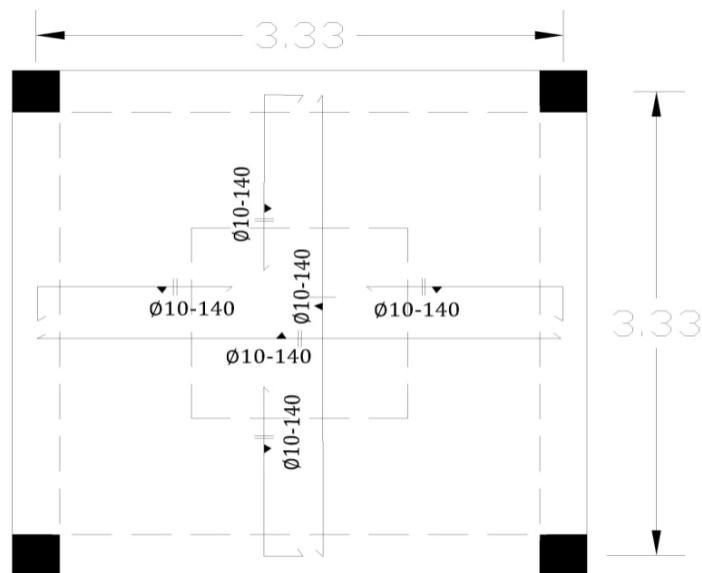


Gambar L-4-3 Potongan Penulangan Balok Induk

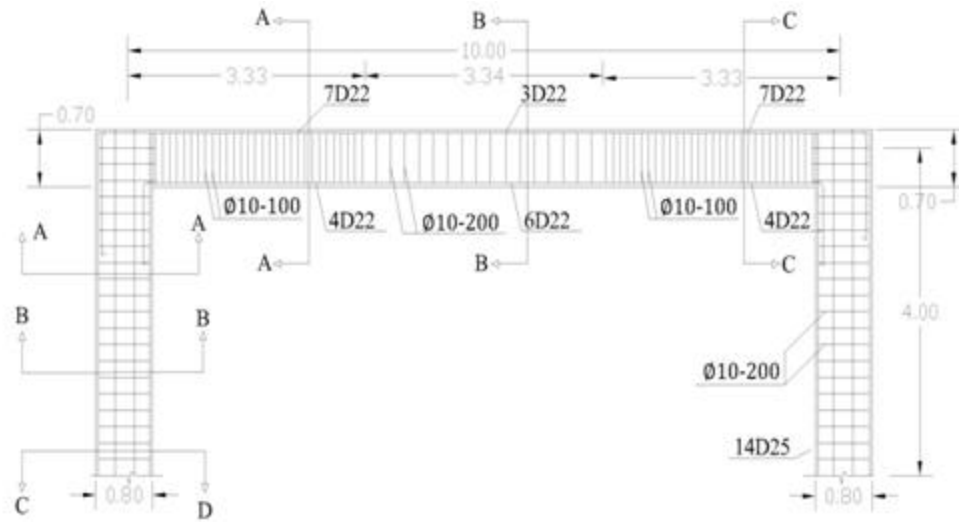


Gambar L-4-4 Potongan Penulangan Kolom

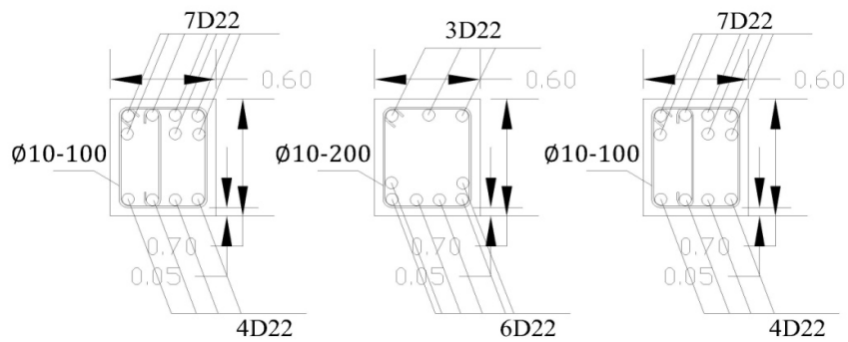
2. Penulangan Model 2



Gambar L-4-5 Denah Penulangan Pelat



Gambar L-4-6 Denah Penulangan Balok Induk dan Kolom

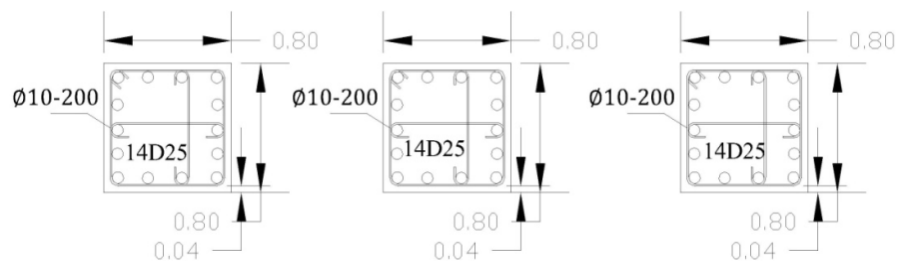


Pot. A-A

Pot. B-B

Pot. C-C

Gambar L-4-7 Potongan Penulangan Balok Induk



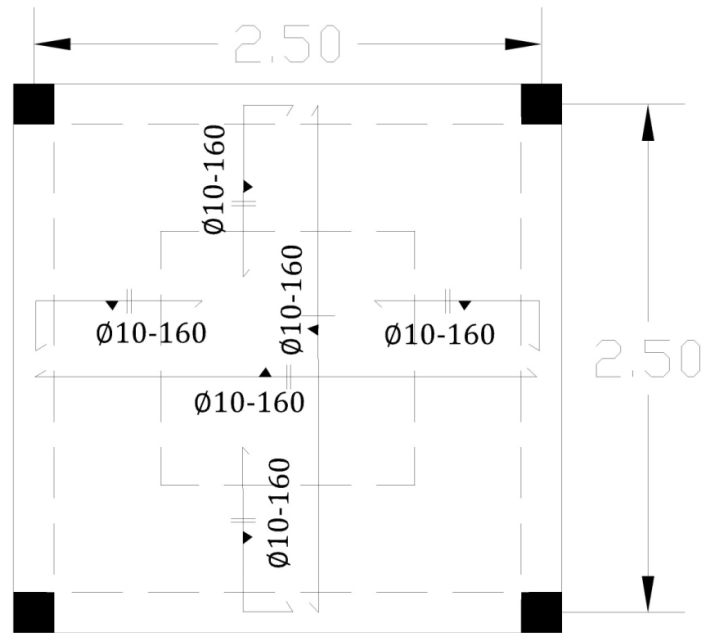
Pot. A-A

Pot. B-B

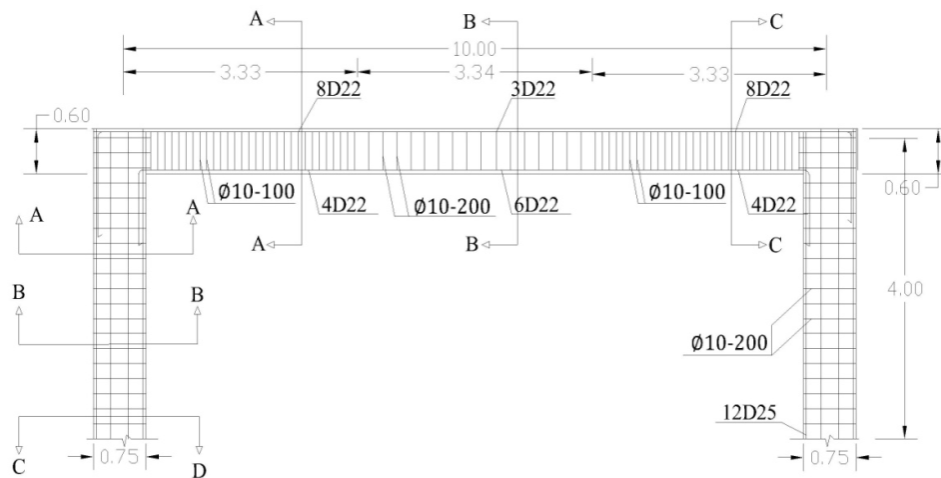
Pot. C-C

Gambar L-4-8 Potongan Penulangan Kolom

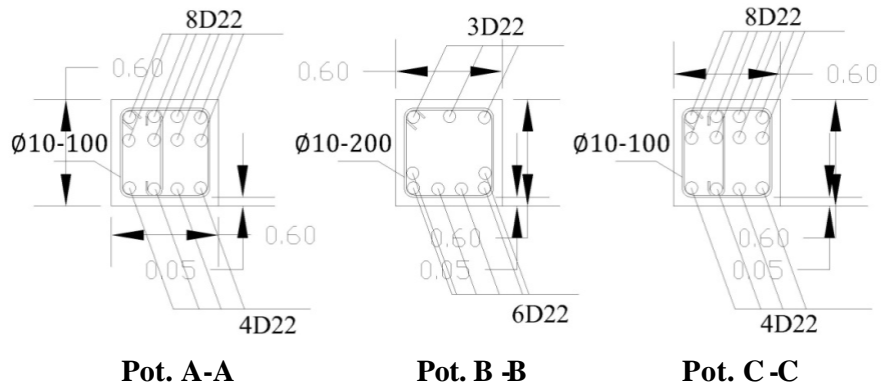
3. Penulangan Model 3



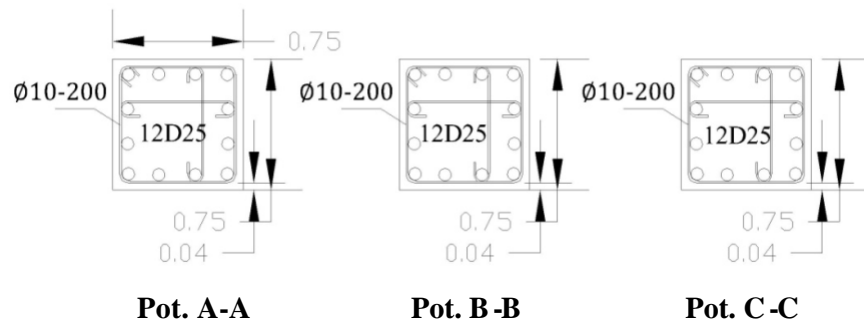
Gambar L-4-9 Denah Penulangan Pelat



Gambar L-4-10 Denah Penulangan Balok Induk dan Kolom



Gambar L-4-11 Potongan Penulangan Balok Induk



Gambar L-4-12 Potongan Penulangan Kolom