

# BAB IV

## ANALISA DATA

### IV.1 Pendahuluan

#### Pemodelan Struktur

Pada bab ini akan dilakukan analisa struktur yang mencakup analisa *story shear*, analisa *story drift*, analisa momen guling, analisa gaya-gaya dalam, dan analisa *displacement*. Analisa dilakukan dengan mengin-put data pada program ETABS, data yang di in-put terdiri dari material properti, bentuk dan ukuran kolom, balok dan pelat, spectrum respon, dan kombinasi pembebanan. Kemudian program mengolah data (*running*) yang akan menghasilkan out-put yang akan digunakan dalam analisa bab 4 ini.

Struktur yang akan dianalisa mencakup 6 struktur,yaitu :

- Struktur 5 lantai (*Low rise*) dengan modelisasi membrane dan shell
- Struktur 15 lantai (*Medium rise*) dengan modelisasi membran dan shell
- Struktur 30 lantai (*High rise*) dengan modelisasi membran dan shell

### IV.2 Analisa Struktur

#### IV.2.1 Struktur 5 lantai (Low Rise)

##### IV.2.1 .1 Waktu Getar Alami

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.6 nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dari struktur gedung harus dibatasi, untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel.

Tabel 4.1 *Respon spectrum acceleration* dengan modelisasi membran

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	1,163789	0,05	1	0,329774	0,098932	0
2	1,163555	0,05	1	0,329845	0,098953	0
3	0,964741	0,05	1	0,401801	0,12054	0
4	0,353458	0,05	1	0,6325	0,18975	0
5	0,353408	0,05	1	0,6325	0,18975	0
6	0,294697	0,05	1	0,6325	0,18975	0
7	0,181843	0,05	1	0,599092	0,179728	0
8	0,181833	0,05	1	0,599072	0,179722	0
9	0,152729	0,05	1	0,545521	0,163656	0
10	0,110967	0,05	1	0,468679	0,140604	0
11	0,110966	0,05	1	0,468677	0,140603	0
12	0,093587	0,05	1	0,436701	0,13101	0

Tabel 4.2 *Respon spectrum acceleration* dengan modelisasi shell

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	1,388546	0,05	1	0,275558	0,082667	0
2	1,387278	0,05	1	-0,275815	0,082744	0
3	1,149785	0,05	1	0,334025	0,100208	0
4	0,408675	0,05	1	0,6325	0,18975	0
5	0,408464	0,05	1	0,6325	0,18975	0
6	0,339746	0,05	1	0,6325	0,18975	0
7	0,200169	0,05	1	0,6325	0,18975	0
8	0,200119	0,05	1	0,6325	0,18975	0
9	0,167089	0,05	1	0,571943	0,171583	0
10	0,11683	0,05	1	0,479467	0,14384	0
11	0,116815	0,05	1	0,47944	0,143832	0
12	0,097672	0,05	1	0,444217	0,133265	0

#### IV.2.1.2 Variasi Pola Getar

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.2.1 jumlah pola getar ditinjau dalam penjumlahan respon ragam harus mencakup partisipasi massa sekurang-kurangnya 90%. Dalam analisa dinamik yang dilakukan, digunakan 12 pola ragam getar, dan partisipasi massa yang disumbangkan oleh masing-masing pola getar sebagai berikut :

Tabel 4.3 *Modal Participating Mass Ratio* dengan modelisasi membran

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1,163789	86,1306	0	86,1306	0
2	1,163555	0	86,1346	86,1306	86,1346
3	0,964741	0,0008	0	86,1314	86,1346
4	0,353458	9,7248	0	95,8561	86,1346
5	0,353408	0	9,7225	95,8561	95,8571
6	0,294697	0	0	95,8561	95,8571
7	0,181843	3,0079	0	98,8641	95,8571
8	0,181833	0	3,0072	98,8641	98,8642
9	0,152729	0	0	98,8641	98,8642
10	0,110967	0,9461	0	99,8102	98,8642
11	0,110966	0	0,9459	99,8102	99,8102
12	0,093587	0	0	99,8102	99,8102

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 4 mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 5 modes pertama untuk arah Y (sum Y-12). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 99% (sum X) dan (sum Y)

Tabel 4.4 *Modal Participating Mass Ratio* dengan modelisasi shell

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1,388546	84,3649	0	84,3649	0
2	1,387278	0	84,3676	84,3649	84,3676
3	1,149785	0,0003	0	84,3652	84,3676
4	0,408675	10,6353	0	95,0005	84,3676
5	0,408464	0	10,6342	95,0005	95,0017
6	0,339746	0	0	95,0005	95,0017
7	0,200169	3,5894	0	98,5899	95,0017
8	0,200119	0	3,5888	98,5899	98,5905
9	0,167089	0	0	98,5899	98,5905
10	0,11683	1,1714	0	99,7613	98,5905
11	0,116815	0	1,171	99,7613	99,7615
12	0,097672	0	0	99,7613	99,7615

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 4 mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 5 modes pertama untuk arah Y (sum Y-17). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 99% (sum X)

#### IV.2.1.3 Gaya Dinamik

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.8.2 untuk menstimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarangan terhadap struktur gedung, dalam analisa dinamik yang dilakukan ini, pengaruh pembebanan dalam arah utama dianggap efektif 100% dan dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus nya, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.1.3 nilai gaya geser dasar hasil analisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 80% nilai respon ragam yang pertama, dimana dalam hal ini gaya geser nominal ialah 0,8 kali gaya geser dasar ragam pertama.

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi membrane:

$$V_1 = \frac{C \cdot I}{R} W_t$$

- Waktu getar alami :

$T_x = 1,163789$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

$T_y = 1,163555$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{1,163789} = 0,283556$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{1,163555} = 0,283613$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{tX} = 638769,764 \text{ Kg}$$

$$W_{tY} = 638769,764 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{ix}$$

$$V_x = \frac{0,283556 \times 1,0}{8,5} \times 638769,764$$

$$V_x = 21309,10046$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{iy}$$

$$V_y = \frac{0,283613 \times 1,0}{8,5} \times 638769,764$$

$$V_y = 21313,38589$$

- Gaya geser nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 21309,100$$

$$= 17047,28$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 21313,38589$$

$$= 17050,708$$

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi shell:

$$V_1 = \frac{C.I}{R} W_t$$

- Waktu getar alami :

$$T_x = 1,388546 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

$$T_y = 1,387278 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{1,388546} = 0,237658$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{1,387278} = 0,237875$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{ix} = 638769,764 \text{ Kg}$$

$$W_{iy} = 638769,764 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{ix}$$

$$V_x = \frac{0,237658 \times 1,0}{8,5} \times 638769,764$$

$$V_x = 17859,90289$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{iy}$$

$$V_y = \frac{0,237875 \times 1,0}{8,5} \times 638769,764$$

$$V_y = 17876,2272$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 17859,90289$$

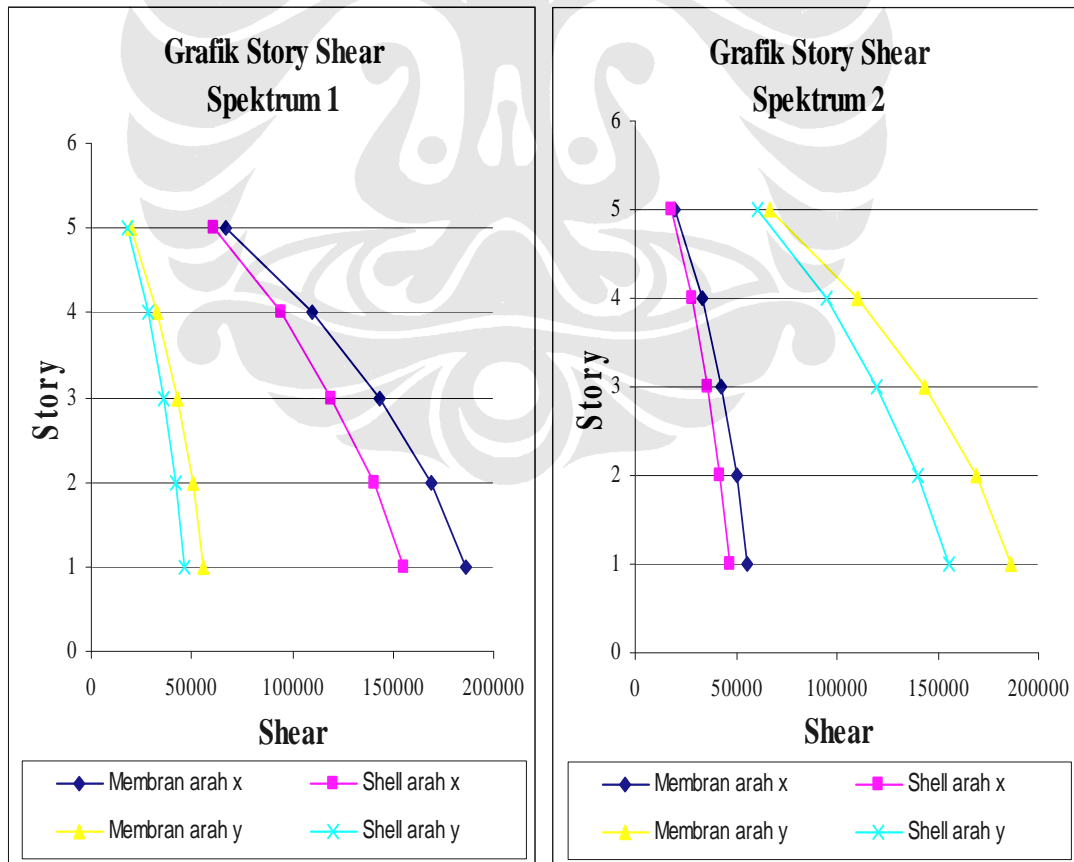
$$= 14287,92231$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 17876,2272$$

$$= 14300,98176$$

Dari hasil analisa dinamik dengan menggunakan program ETABS dapat distimulasikan sesuai kombinasi yang diberikan. Gaya dinamik hasil dari perhitungan ETABS dengan modelisasi membrane terlampir pada tabel 3 dan untuk modelisasi dengan shell terlampir pada tabel 4.



Grafik 4.1 Grafik Story Shear Spektrum 1 & Spektrum 2

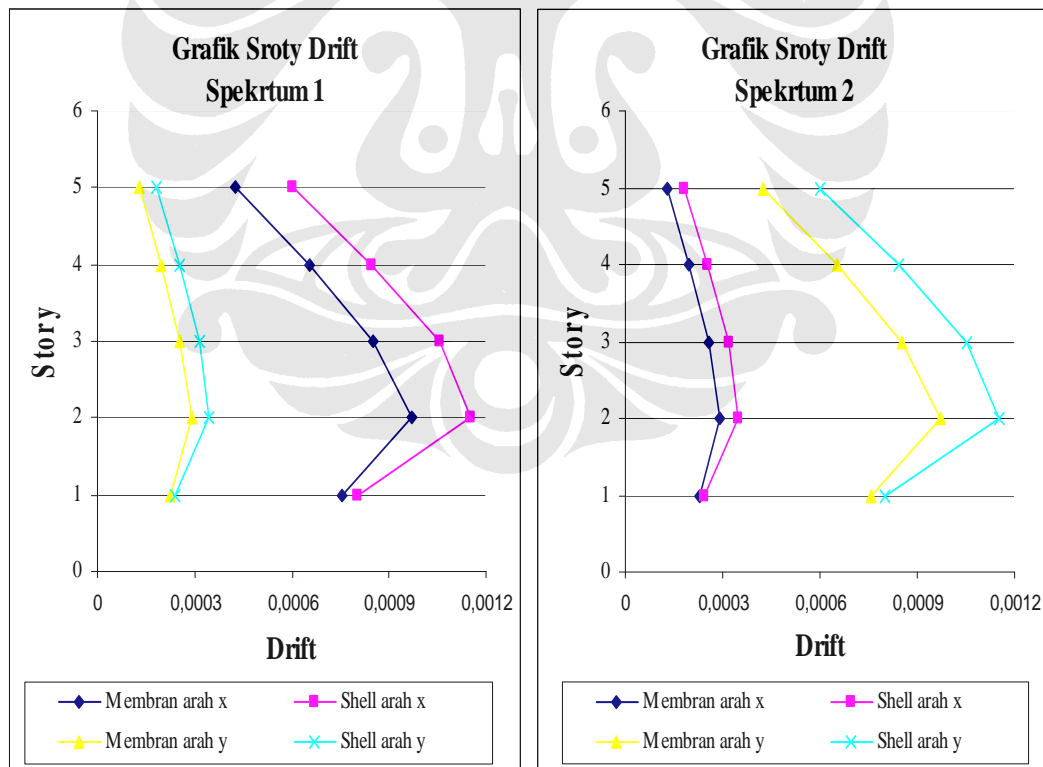
Dari grafik diatas didapat nilai gaya geser dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.5 Tabel Story Shear Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$V_x = 186297,87 \text{ Kg}$ $V_y = 55902,19 \text{ Kg}$	$V_x = 155616,44 \text{ Kg}$ $V_y = 46725,5 \text{ Kg}$
Spektrum 2	$V_x = 55889,06 \text{ Kg}$ $V_y = 186340,63 \text{ Kg}$	$V_x = 46684,93 \text{ Kg}$ $V_y = 155751,67 \text{ Kg}$

#### IV.2.1.4 Story Drift

Untuk mengetahui story drift yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan story drift. Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 5 dan Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 6.



Grafik 4.2 Grafik Story Drift Spektrum 1 & Spektrum 2

Dari grafik diatas didapat nilai story drift dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.6 Tabel Story Drift Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	Drift <sub>x</sub> = 0,000972	Drift <sub>x</sub> = 0,001153
	Drift <sub>y</sub> = 0,000291	Drift <sub>y</sub> = 0,000345
Spektrum 2	Drift <sub>x</sub> = 0,000291	Drift <sub>x</sub> = 0,000346
	Drift <sub>y</sub> = 0,000972	Drift <sub>y</sub> = 0,001151

#### *IV.2.1.5 Kinerja Batas Layan*

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.1.2 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $\frac{0,03}{R}$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30mm.

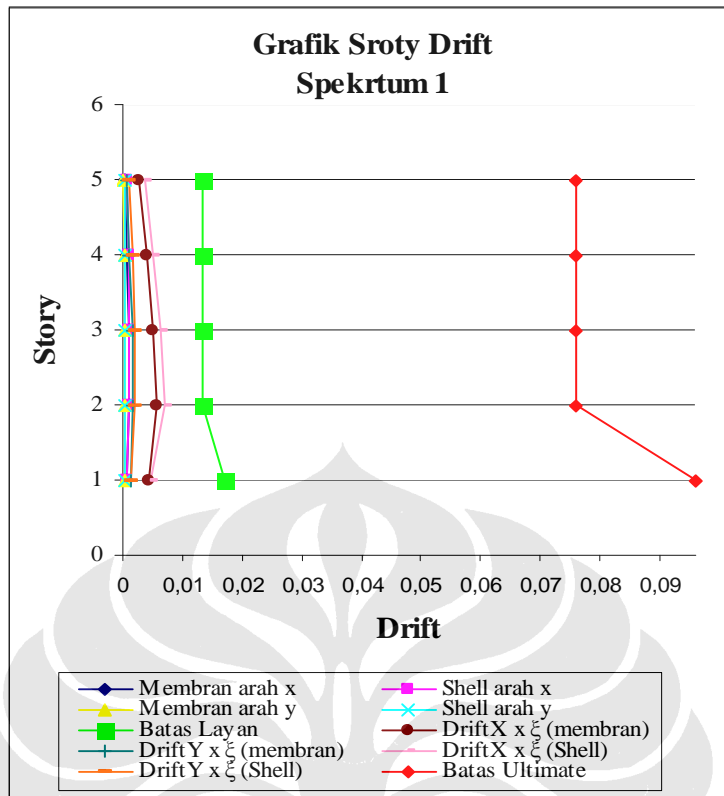
Hasil analisa perhitungan program ETABS untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 5 dan untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 6.

Analisa perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 7 dan perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 8.

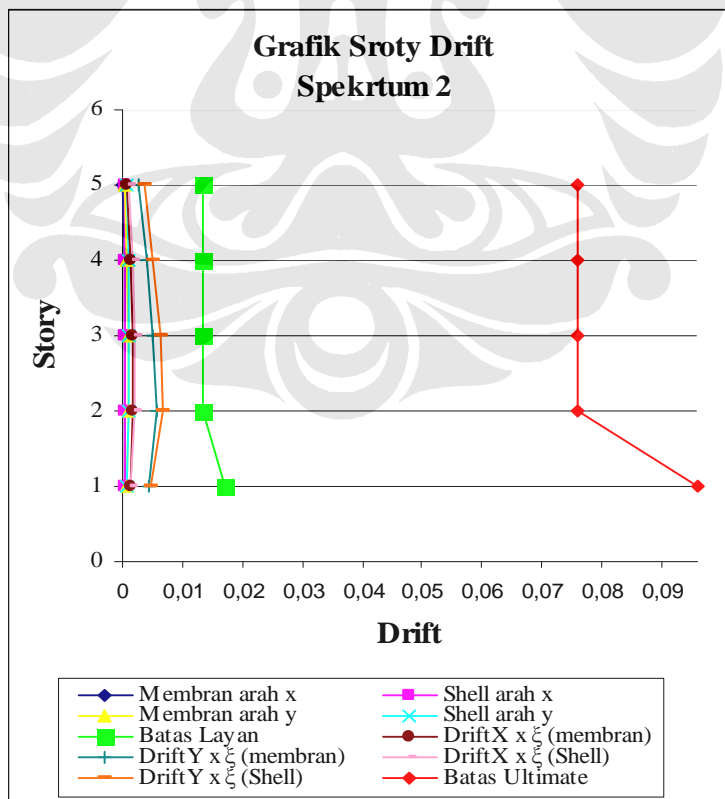
#### *IV.2.1.6 Kinerja Batas Ultimit*

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.2.1 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.





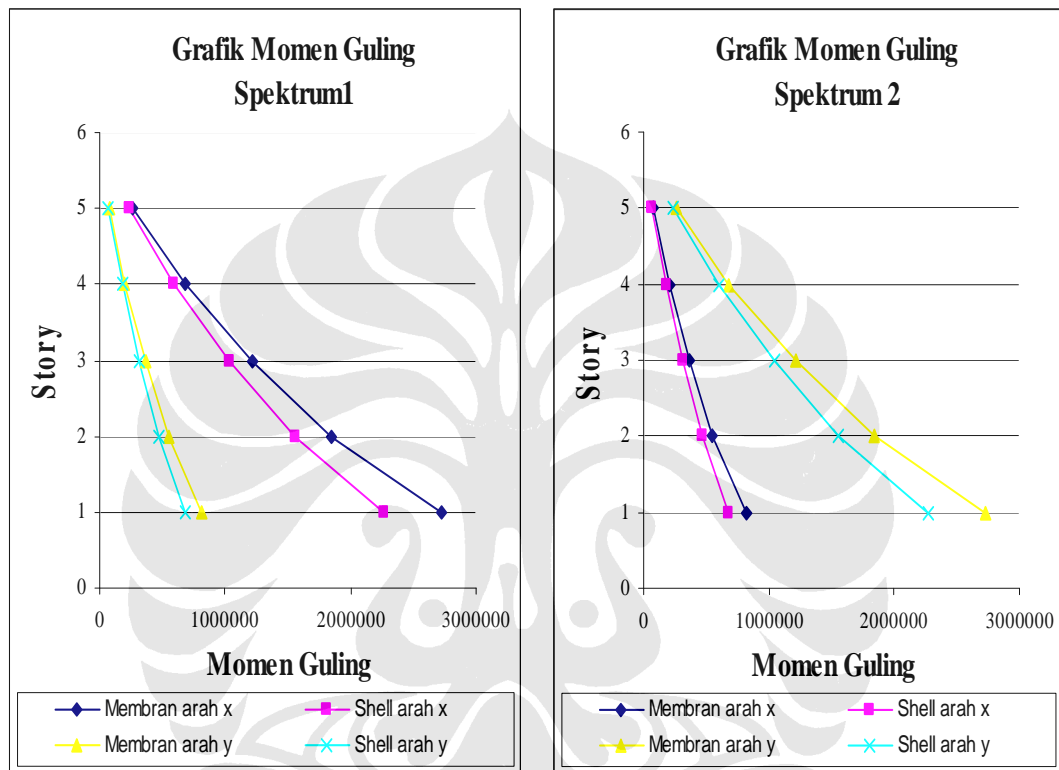
Grafik 4.3 Grafik Batas Lay an & Batas Ultimit Spektrum 1



Grafik 4.4 Grafik Batas Lay an & Batas Ultimit Spektrum 2

#### IV.2.1 .7 Momen Guling

Untuk mengetahui momen guling yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan momen guling total. Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 9 dan Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 10.



Grafik 4.5 Grafik Momen Guling Spectrum 1 & Spektrum 2

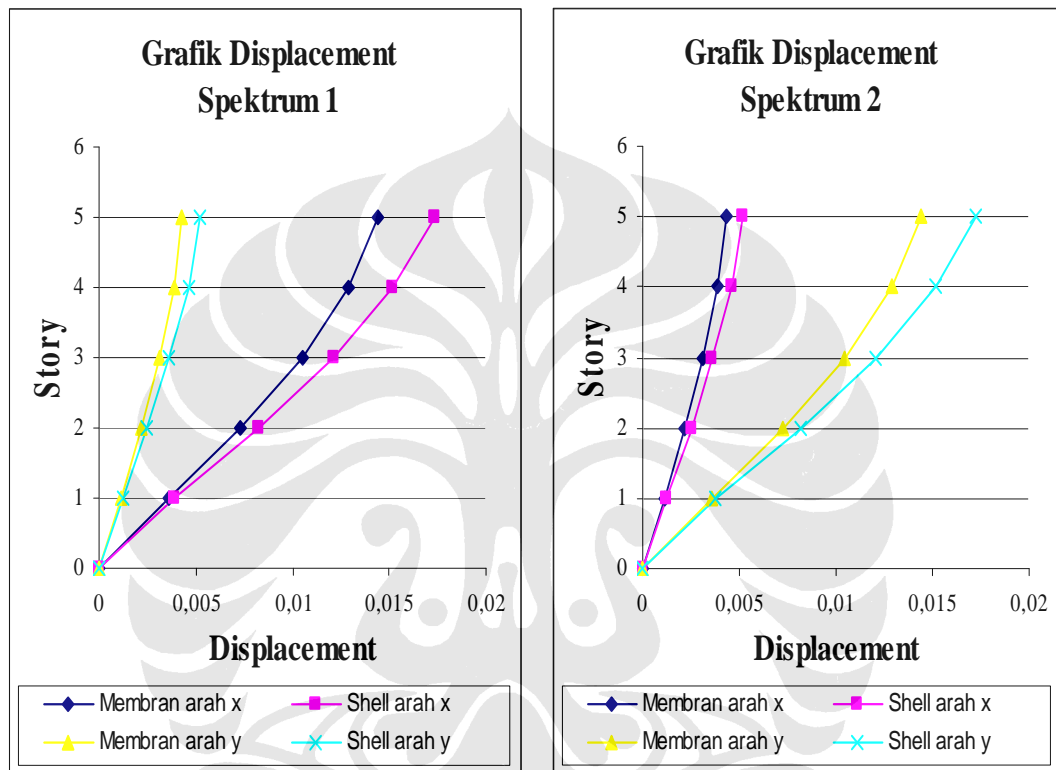
Dari grafik diatas didapat nilai momen guling dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.7 Tabel Momen Guling Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$M_x = 2719163,502 \text{ Kg.m}$ $M_y = 815936,436 \text{ Kg.m}$	$M_x = 2271350,569 \text{ Kg.m}$ $M_y = 682012,475 \text{ Kg.m}$
Spektrum 2	$M_x = 815936,436 \text{ Kg.m}$ $M_y = 2719163,502 \text{ Kg.m}$	$M_x = 682012,475 \text{ Kg.m}$ $M_y = 2271350,569 \text{ Kg.m}$

#### IV.2.1 .8 Displacement

Untuk mengetahui displacement yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan displacement total. Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 11 dan Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 12.



Grafik 4.6 Grafik Displacement Spectrum 1 & Spektrum 2

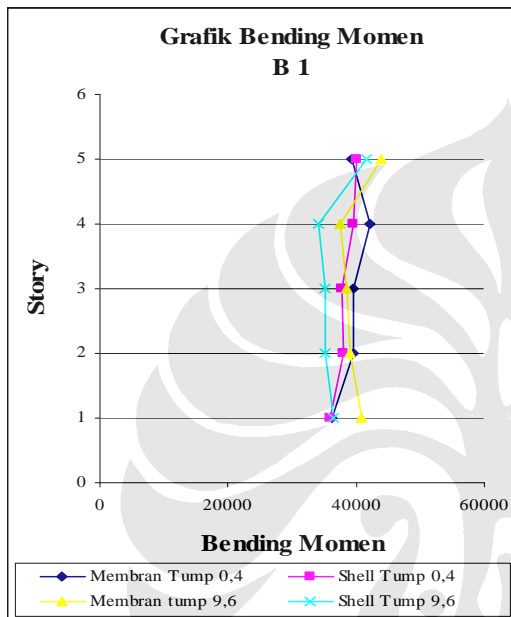
Dari grafik diatas didapat nilai displacement dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.8 Tabel Displacement Modelisasi membran dan shell

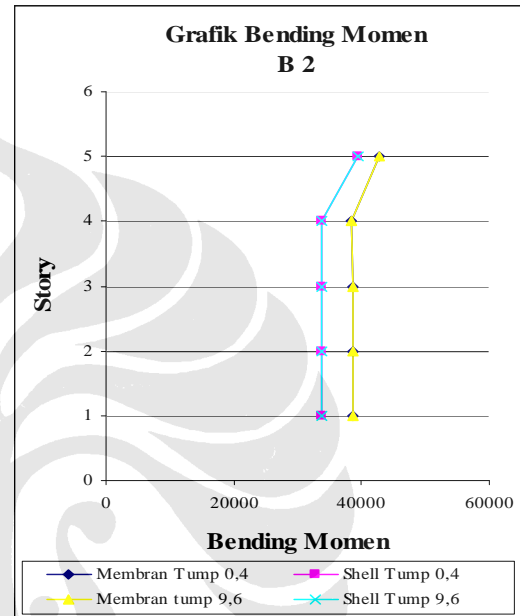
	Membran	Shell
Spektrum 1	$U_x = 0,0144$ $U_y = 0,0034$	$U_x = 0,0173$ $U_y = 0,0052$
Spektrum 2	$U_x = 0,0034$ $U_y = 0,0144$	$U_x = 0,0052$ $U_y = 0,0173$

#### IV.2.1.9 Bending Momen

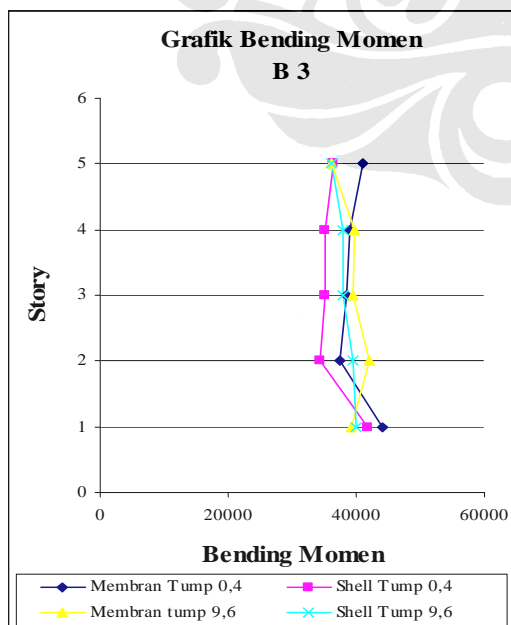
Untuk mengetahui bending momen yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan bending momen total. Perhitungan bending moment pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 13 dan Perhitungan bending momen pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 14.



Grafik 4.7a



Grafik 4.7b



Grafik 4.7c

Grafik 4.7a Bending Momen Pada Balok B1

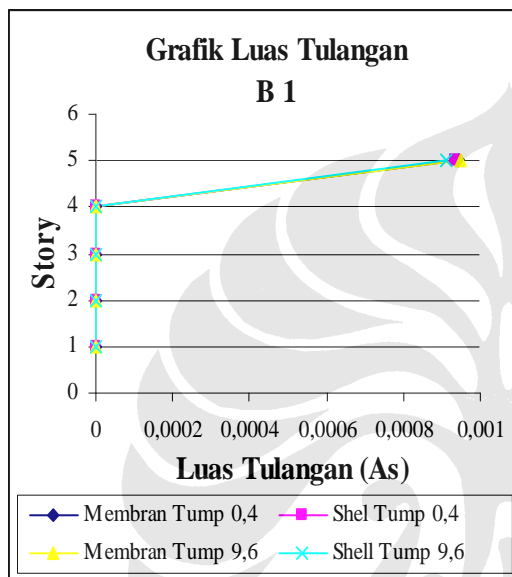
Grafik 4.7b Bending Momen Pada Balok B2

Grafik 4.7c Bending Momen Pada Balok B 3

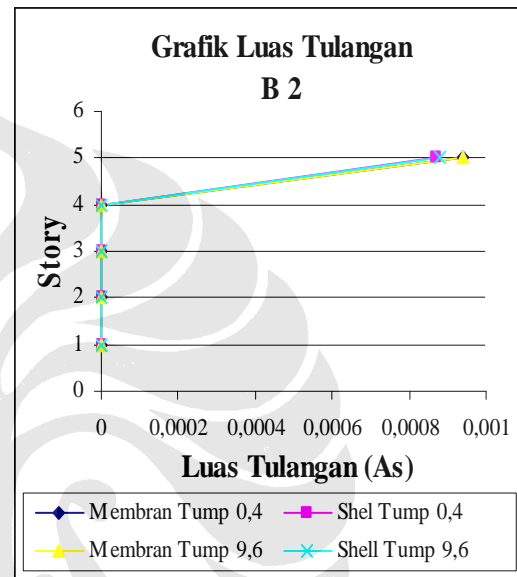
#### IV.2.1.9 Luas Tulangan Balok

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 15-17 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 16-18.

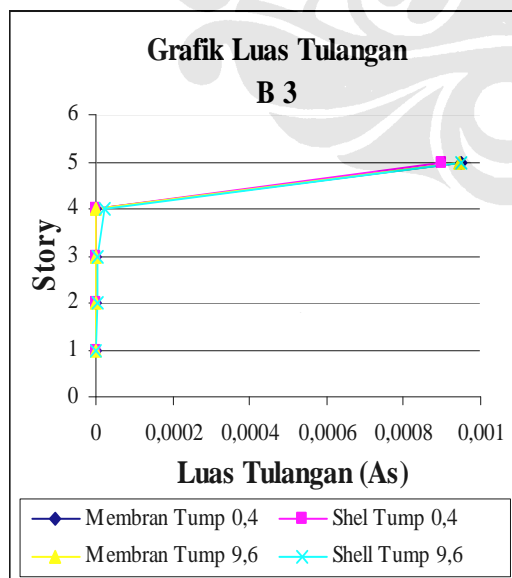
##### ▪ Luas Tulangan Geser Balok



Grafik 4.8 a



Grafik 4.8b



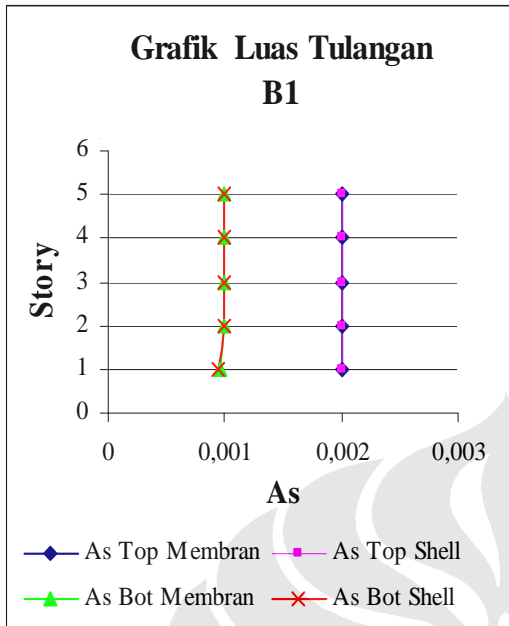
Grafik4.8 c

Grafik 4.8a Luas tulangan geser pada balok B1

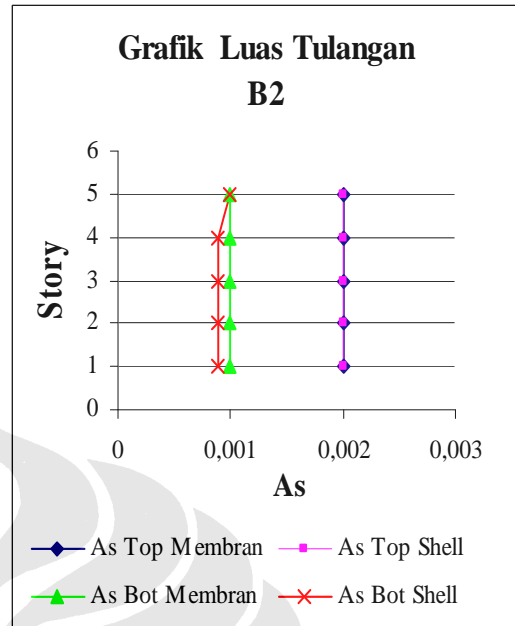
Grafik 4.8b Luas tulangan geser pada balok B2

Grafik 4.8c Luas tulangan geser pada balok B3

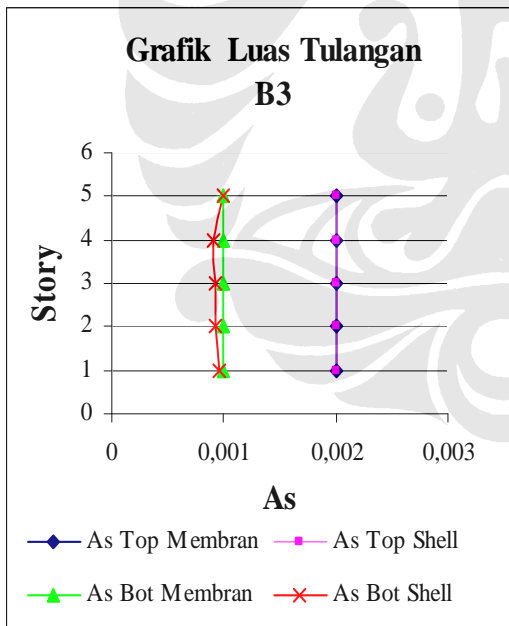
- Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 1



Grafik 4.9 a



Grafik 4.9 a



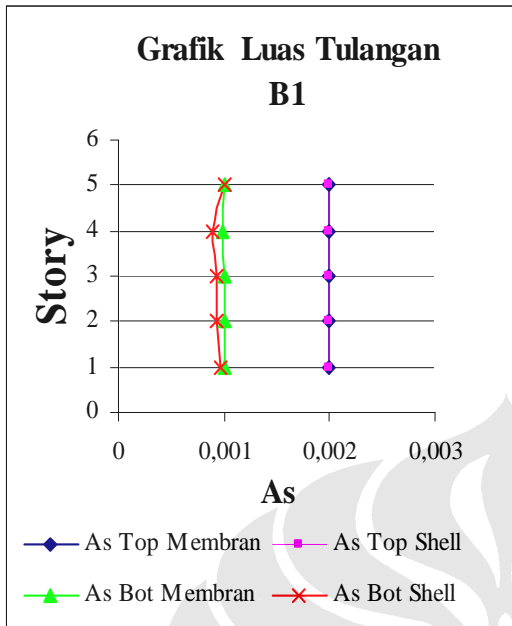
Grafik 4.9 a

Grafik 4.9a Luas tulangan Longitudinal pada balok B1

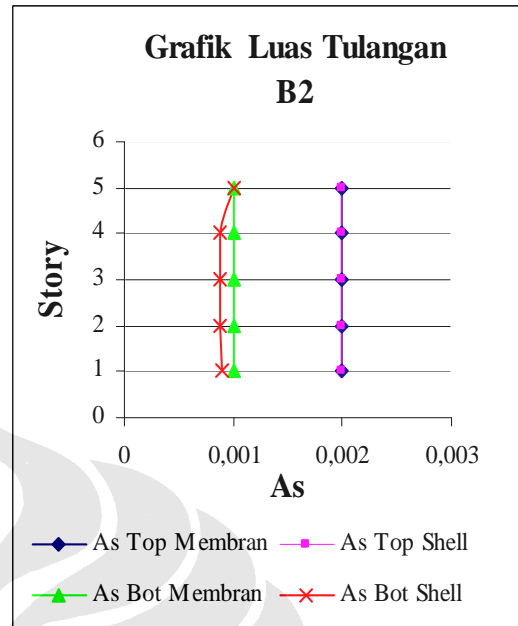
Grafik 4.9b Luas tulangan Longitudinal pada balok B2

Grafik 4.9c Luas tulangan Longitudinal pada balok B3

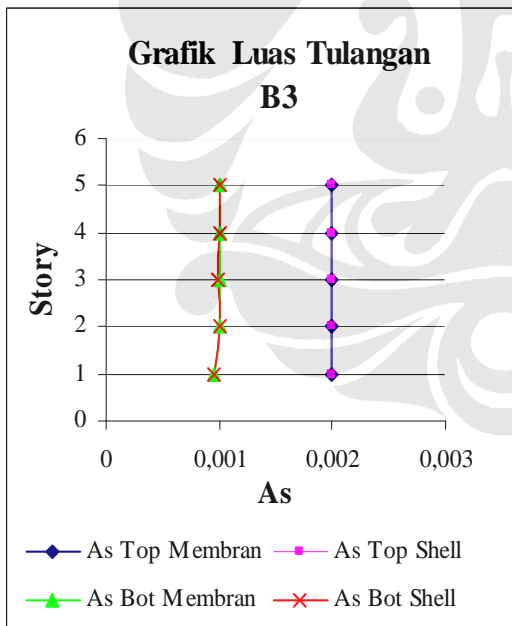
- Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 2



Grafik 4.10 a



Grafik 4.10 b



Grafik 4.10 c

Grafik 4.10a Luas tulangan Longitudinal pada balok B1

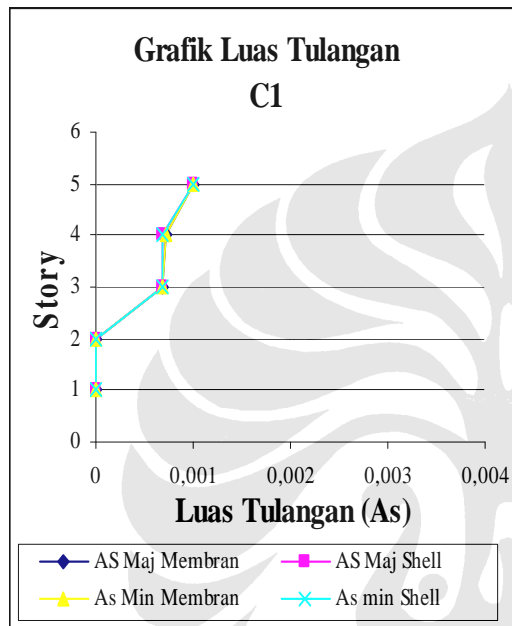
Grafik 4.10b Luas tulangan Longitudinal pada balok B2

Grafik 4.10c Luas tulangan Longitudinal pada balok B3

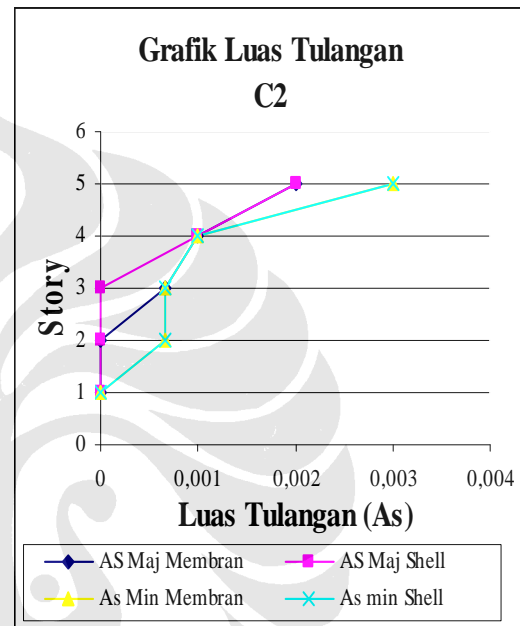
#### IV.2.1 .11 Luas Tulangan Kolom

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 19-21 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 20-22.

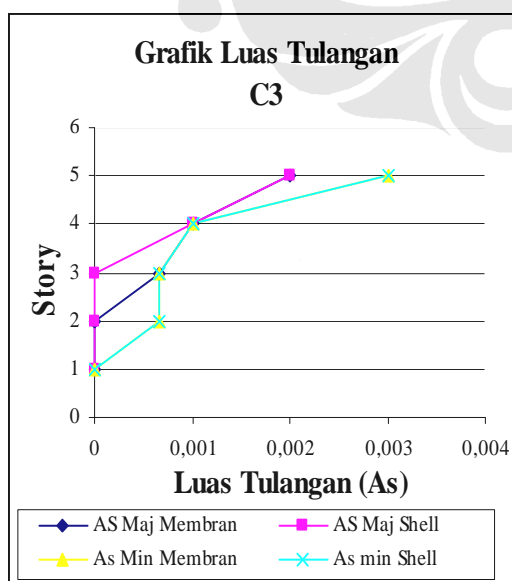
##### ▪ Luas Tulangan Geser Kolom



Grafik 4.11a



Grafik 4.11b



Grafik 4.11c

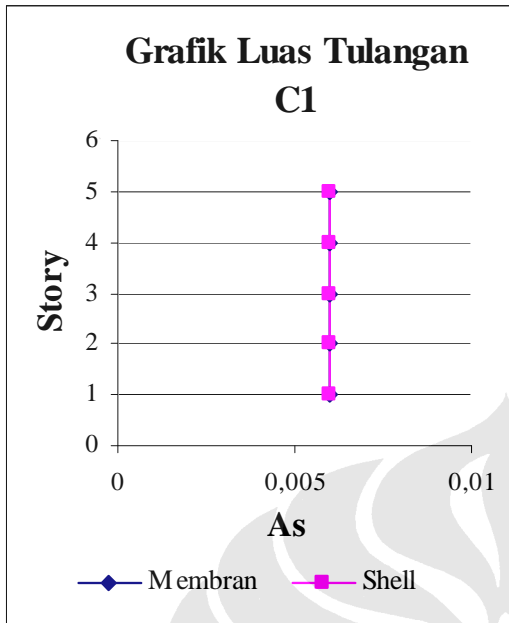
Grafik 4.11a Luas tulangan geser pada kolom C1

Grafik 4.11b Luas tulangan geser pada kolom C2

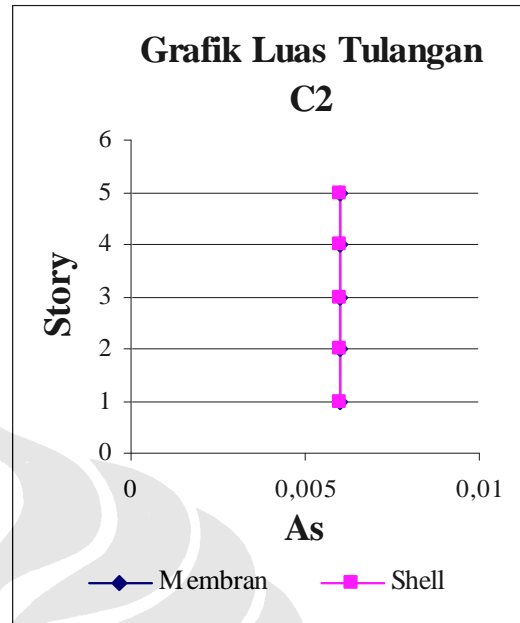
Grafik 4.11c Luas tulangan geser pada kolom C3



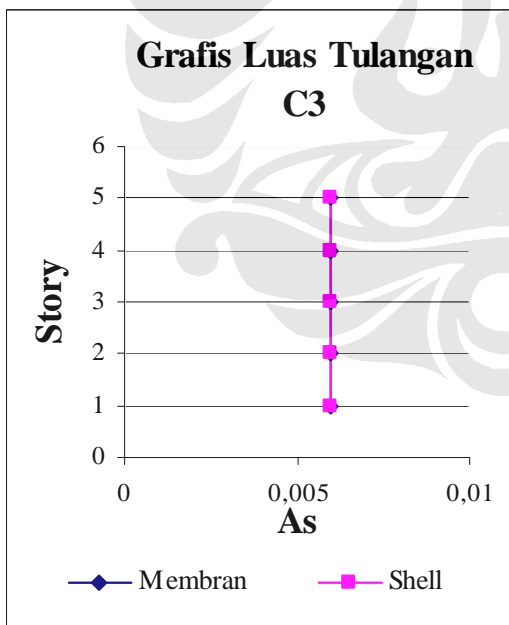
▪ *Luas Tulangan Longitudinal Kolom*



Grafik 4.12a



Grafik 4.12b



Grafik 4.12c

Grafik 4.12a Luas tulangan longitudinal pada kolom C1

Grafik 4.12b Luas tulangan longitudinal pada kolom C2

Grafik 4.12c Luas tulangan longitudinal pada kolom C3

## IV.2.2 Struktur 15 lantai (Medium Rise)

### IV.2.2 .1 Waktu Getar Alami

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.6 nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dari struktur gedung harus dibatasi, untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel.

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	2,093609	0,05	1	0,18187	0,054561	0
2	2,093272	0,05	1	0,181898	0,05457	0
3	1,716199	0,05	1	0,221673	0,066502	0
4	0,681218	0,05	1	0,581129	0,174339	0
5	0,681129	0,05	1	0,581186	0,174356	0
6	0,562809	0,05	1	0,6325	0,18975	0
7	0,389124	0,05	1	0,6325	0,18975	0
8	0,389096	0,05	1	0,6325	0,18975	0
9	0,329029	0,05	1	0,6325	0,18975	0
10	0,267734	0,05	1	0,6325	0,18975	0
11	0,26772	0,05	1	0,6325	0,18975	0
12	0,227137	0,05	1	0,6325	0,18975	0

Tabel 4.9 *Respon spectrum acceleration* untuk modelisasi membrane

Tabel 4.10 *Respon spectrum acceleration* untuk modelisasi shell

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	2,64288	0,05	1	0,143913	0,043174	0
2	2,642366	0,05	1	0,143941	0,043182	0
3	2,17246	0,05	1	0,175232	0,05257	0
4	0,852138	0,05	1	0,473023	0,141907	0
5	0,851933	0,05	1	0,473153	0,141946	0
6	0,704956	0,05	1	0,566115	0,169835	0
7	0,483554	0,05	1	0,6325	0,18975	0
8	0,483387	0,05	1	0,6325	0,18975	0
9	0,405911	0,05	1	0,6325	0,18975	0
10	0,326367	0,05	1	0,6325	0,18975	0
11	0,326263	0,05	1	0,6325	0,18975	0
12	0,274681	0,05	1	0,6325	0,18975	0

### IV.2.2.2 Variasi Pola Getar

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.2.1 jumlah pola getar ditinjau dalam penjumlahan respon ragam harus mencakup partisipasi massa sekurang-kurangnya 90%. Dalam analisa dinamik yang dilakukan, digunakan 12 pola ragam getar, dan partisipasi massa yang disumbangkan oleh masing-masing pola getar sebagai berikut :

Tabel 4.11 *Modal Participating Mass Ratio*

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	2,093609	82,1421	0	82,1421	0
2	2,093272	0	82,1459	82,1421	82,1459
3	1,716199	0,0003	0	82,1424	82,1459
4	0,681218	10,2298	0	92,3722	82,1459
5	0,681129	0	10,2272	92,3722	92,3731
6	0,562809	0	0	92,3723	92,3731
7	0,389124	3,3466	0	95,7189	92,3731
8	0,389096	0	3,3463	95,7189	95,7194
9	0,329029	0	0	95,7189	95,7194
10	0,267734	1,6689	0	97,3879	95,7194
11	0,26772	0	1,6688	97,3879	97,3882
12	0,227137	0	0	97,3879	97,3882

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 4 mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 5 modes pertama untuk arah Y (sum Y-12). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 97% (sum X) dan 97% (sum Y)

Tabel 4.12 *Modal Participating Mass Ratio*

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	2,64288	81,6205	0	81,6205	0
2	2,642366	0	81,6148	81,6205	81,6148
3	2,17246	0,0004	0	81,6209	81,6148
4	0,852138	9,8805	0	91,5014	81,6148
5	0,851933	0	9,8869	91,5014	91,5017
6	0,704956	0,0001	0	91,5014	91,5017
7	0,483554	3,4883	0	94,9898	91,5017
8	0,483387	0	3,4887	94,9898	94,9904
9	0,405911	0	0	94,9898	94,9904
10	0,326367	1,8333	0	96,8231	94,9904
11	0,326263	0	1,8333	96,8231	96,8236
12	0,274681	0	0	96,8231	96,8236

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 4 mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 5 modes pertama untuk arah Y (sum Y-17). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 96% (sum X) dan 96% (sum Y)

#### IV.2.2.3 Gaya Dinamik

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.8.2 untuk menstimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarangan terhadap struktur gedung, dalam analisa dinamik yang dilakukan ini, pengaruh pembebanan dalam arah utama dianggap efektif 100% dan dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus nya, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.1.3 nilai gaya geser dasar hasil analisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 80% nilai respon ragam yang pertama, dimana dalam hal ini gaya geser nominal ialah 0,8 kali gaya geser dasar ragam pertama.

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi membrane:

$$V_1 = \frac{C \cdot I}{R} W_i$$

- Waktu getar alami :

$T_x = 2,093609$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

$T_y = 2,093272$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{2,093609} = 0,157622$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{2,093272} = 0,157647$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{IX} = 2153880,668 \text{ Kg}$$

$$W_{IY} = 2153880,668 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{tX}$$

$$V_x = \frac{0,157622 \times 1,0}{8,5} \times 2153880,668$$

$$V_x = 39941,196$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{tY}$$

$$V_y = \frac{0,157647 \times 1,0}{8,5} \times 2153880,668$$

$$V_y = 39947,627$$

- Gaya geser nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 39941,196$$

$$= 31952,957$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 39947,627$$

$$= 31958,101$$

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi shell :

$$V_1 = \frac{C.I}{R} W_t$$

- Waktu getar alami :

$$T_x = 2,64288 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

$$T_y = 2,642366 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{2,64288} = 0,124863$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{2,642366} = 0,124888$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{tX} = 2153880,668 \text{ Kg}$$

$$W_{tY} = 2153880,668 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{tX}$$

$$V_x = \frac{0,124863 \times 1,0}{8,5} \times 2153880,668$$

$$V_x = 31640,199$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{tY}$$

$$V_y = \frac{0,124888 \times 1,0}{8,5} \times 2153880,668$$

$$V_y = 31646,353$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 31640,199$$

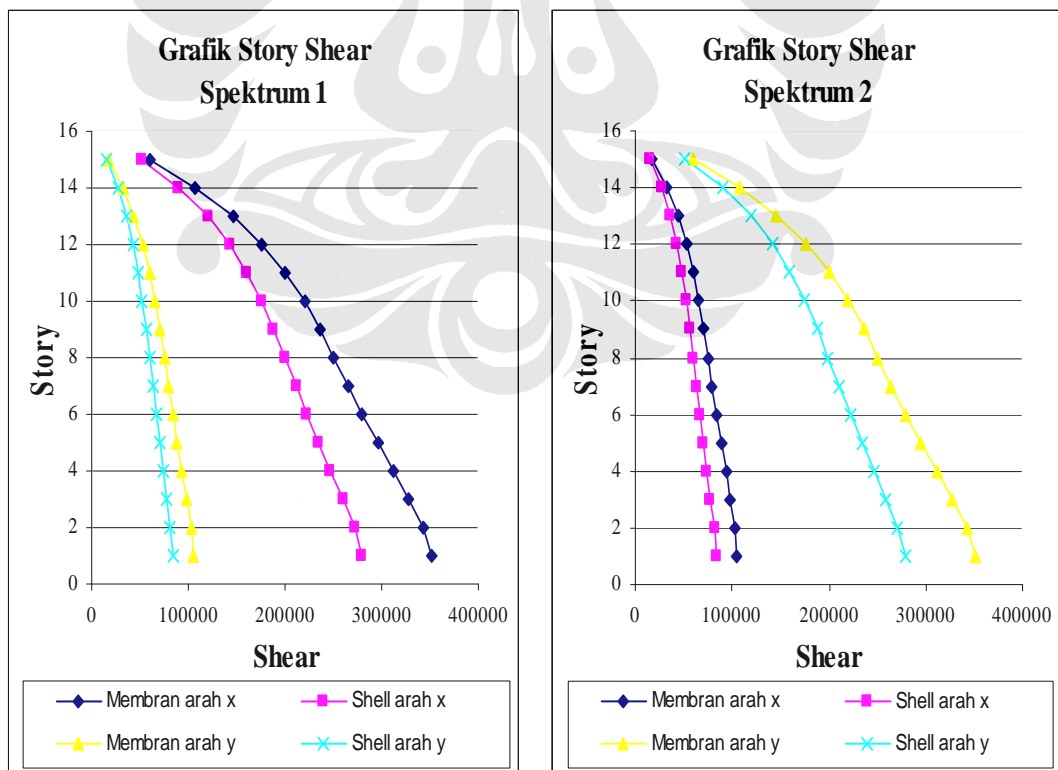
$$= 25312,159$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 31646,353$$

$$= 25317,083$$

Dari hasil analisa dinamik dengan menggunakan program ETABS dapat distimulasikan sesuai kombinasi yang diberikan. Gaya dinamik hasil dari perhitungan ETABS dengan modelisasi membrane terlampir pada tabel 25 dan untuk modelisasi dengan shell terlampir pada tabel 26.



Grafik 4.13 Grafik Story Shear Spektrum 1 & Spektrum 2

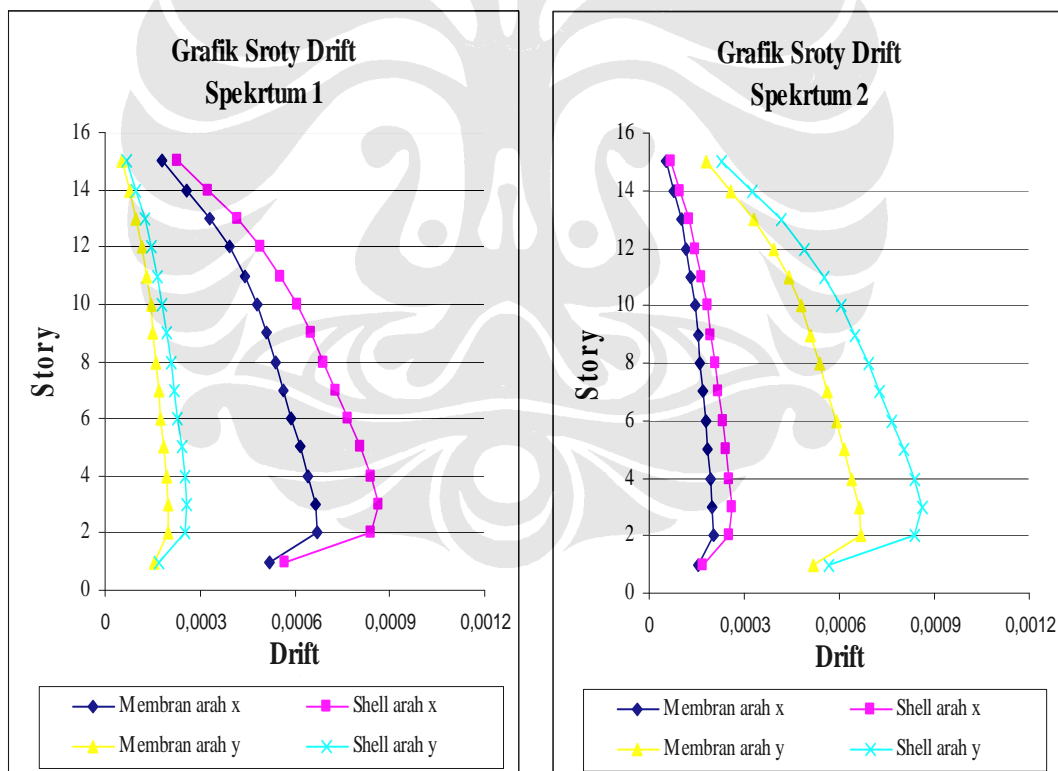
Dari grafik diatas didapat nilai gaya geser dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.13 Tabel Story Shear Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$V_x = 351560,65 \text{ Kg}$ $V_y = 105483,48 \text{ Kg}$	$V_x = 278966,45 \text{ Kg}$ $V_y = 83709,22 \text{ Kg}$
Spektrum 2	$V_x = 105483,48 \text{ Kg}$ $V_y = 351560,65 \text{ Kg}$	$V_x = 83709,22 \text{ Kg}$ $V_y = 278966,45 \text{ Kg}$

#### IV.2.2 .4 Story Drift

Untuk mengetahui story drift yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan story drift. Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 5 dan Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 6.



Grafik 4.14 Grafik Story Drift Spektrum 1 & Spektrum 2

Dari grafik diatas didapat nilai story drift dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.14 Tabel Story Drift Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	Drift <sub>x</sub> = 0,00067 Drift <sub>y</sub> = 0,0002	Drift <sub>x</sub> = 0,00084 Drift <sub>y</sub> = 0,00025
Spektrum 2	Drift <sub>x</sub> = 0,0002 Drift <sub>y</sub> = 0,00067	Drift <sub>x</sub> = 0,00025 Drift <sub>y</sub> = 0,00084

#### IV.2.2.5 Kinerja Batas Ultimit

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.1.2 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $\frac{0,03}{R}$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30mm.

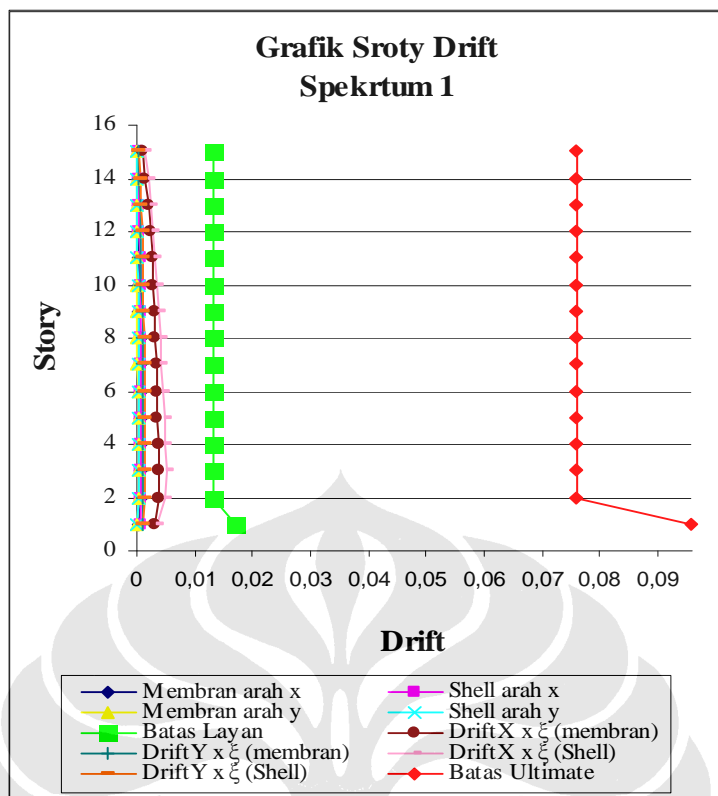
Hasil analisa perhitungan program ETABS untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 27 dan untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 28.

Analisa perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 29 dan perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 30.

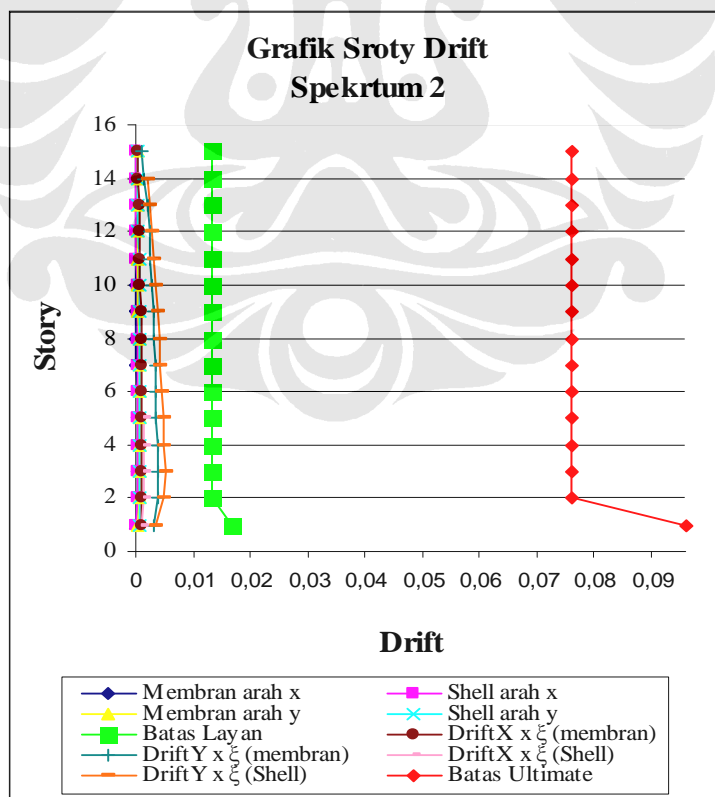
#### IV.2.2.6 Kinerja Batas Ultimit

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.2.1 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.





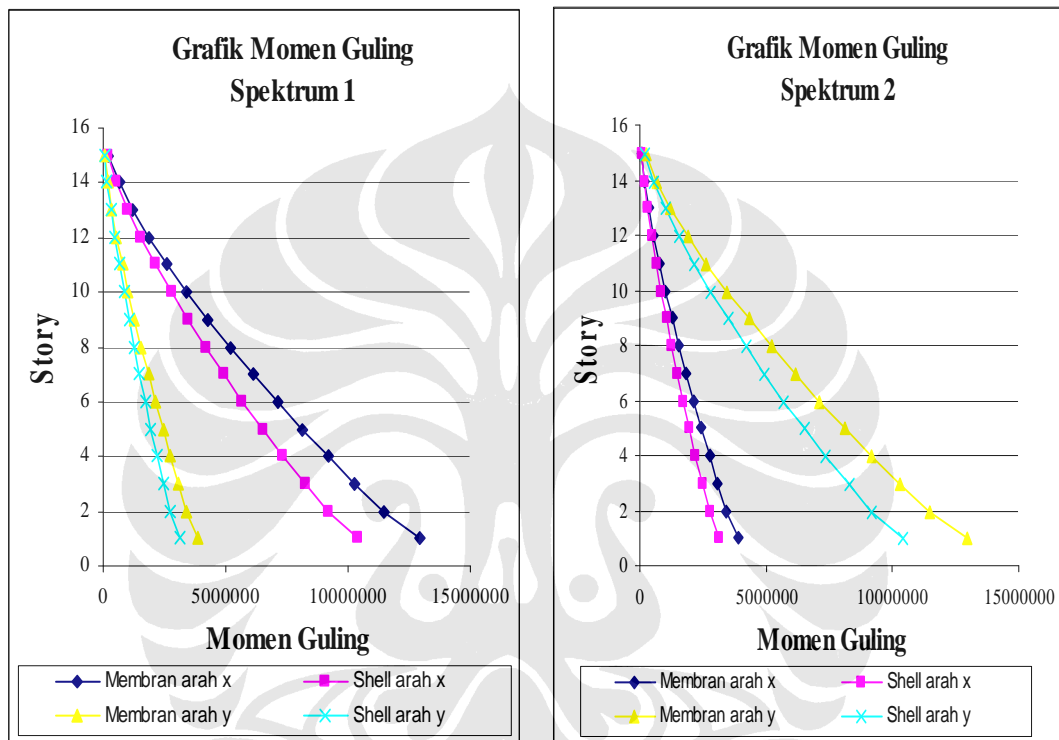
Grafik 4.15 Grafik Batas Layan & BatasUltimit Spektrum 1



Grafik 4.16 Grafik Batas Layan & Batas Ultimit Spektrum 2

#### IV.2.2.7 Momen Guling

Untuk mengetahui momen guling yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan momen guling total. Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 31 dan Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 32.



Grafik 4.17 Grafik Momen Guling Spectrum 1 & Spektrum 2

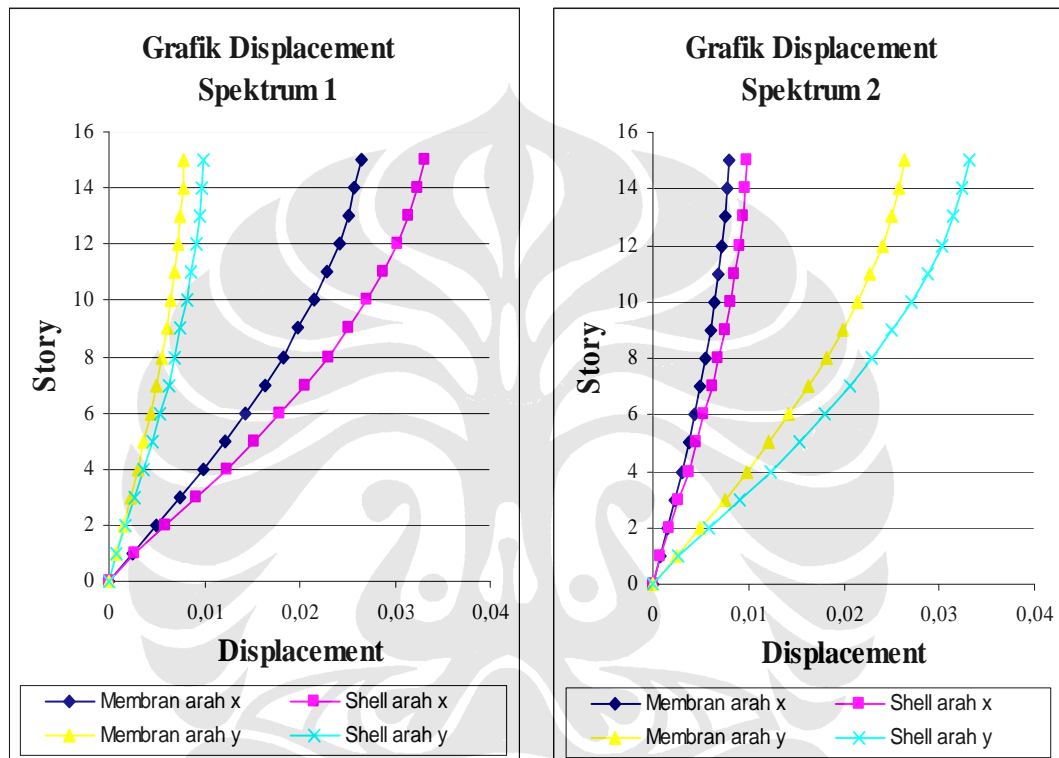
Dari grafik diatas didapat nilai momen guling dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.15 Tabel Momen Guling Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$M_x = 12954298,82 \text{ Kg.m}$ $M_y = 3886952,701 \text{ Kg.m}$	$M_x = 10387337,74 \text{ Kg.m}$ $M_y = 3116660,63 \text{ Kg.m}$
Spektrum 2	$M_x = 3886289,647 \text{ Kg.m}$ $M_y = 12956509 \text{ Kg.m}$	$M_x = 3116201,322 \text{ Kg.m}$ $M_y = 10388868,77 \text{ Kg.m}$

#### IV.2.2.8 Displacement

Untuk mengetahui displacement yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan displacement total. Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 33 dan Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 34.



Grafik 4.18 Grafik Displacement Spectrum 1 & Spektrum 2

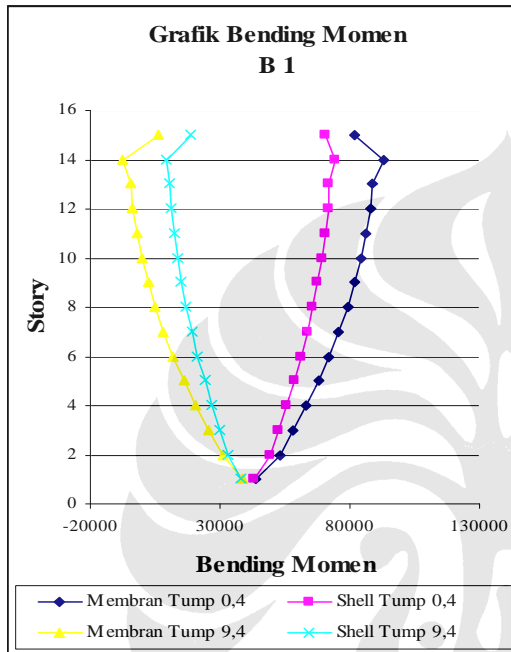
Dari grafik diatas didapat nilai displacement dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.16 Tabel Displacement Modelisasi membran dan shell

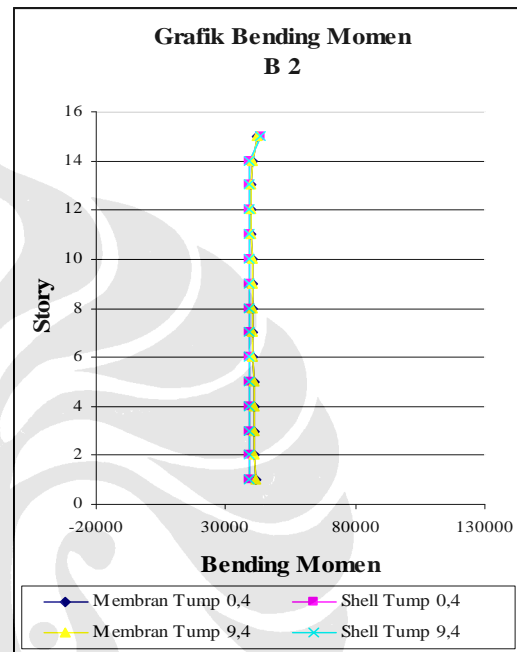
	Membran	Shell
Spektrum 1	$U_x = 0,0264$ $U_y = 0,0079$	$U_x = 0,0331$ $U_y = 0,0099$
Spektrum 2	$U_x = 0,0079$ $U_y = 0,0264$	$U_x = 0,0099$ $U_y = 0,0331$

#### IV.2.2.9 Bending Momen

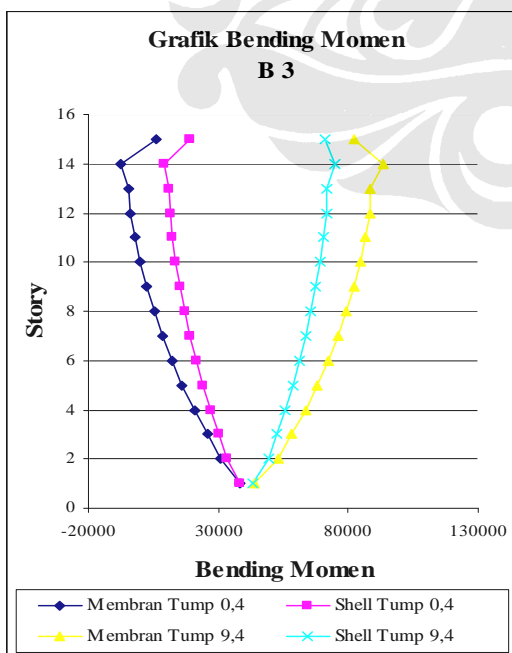
Untuk mengetahui bending momen yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan bending momen total. Perhitungan bending moment pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 35 dan Perhitungan bending momen pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 36.



Grafik 4.19a



Grafik 4.19b



Grafik 4.19c

Grafik 4.19a Bending Momen Pada Balok B1

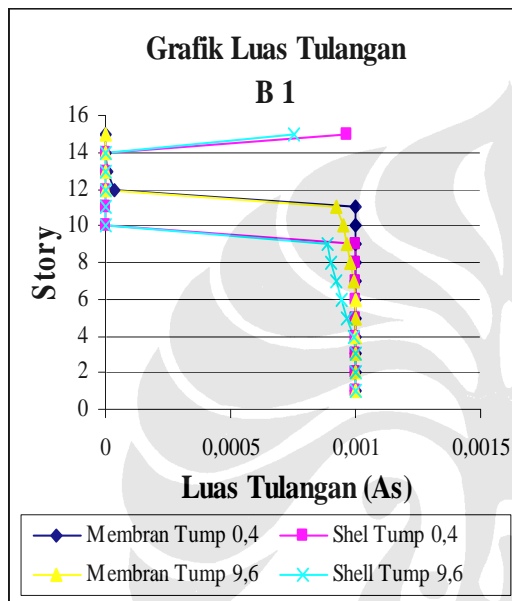
Grafik 4.19b Bending Momen Pada Balok B2

Grafik 4.19c Bending Momen Pada Balok B3

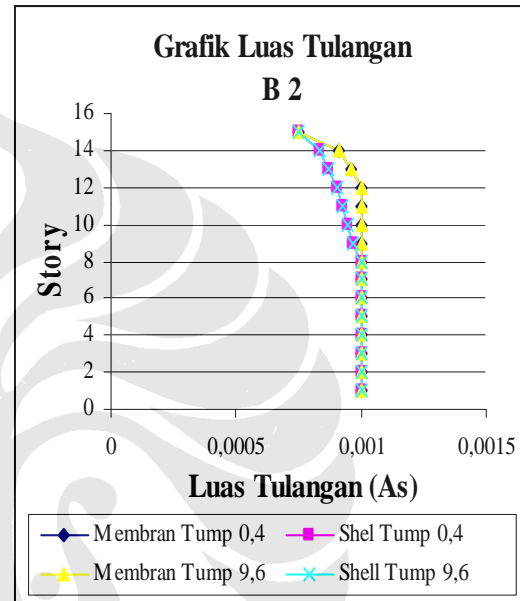
#### IV.2.2.10 Luas Tulangan Balok

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 37-39 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 38-40.

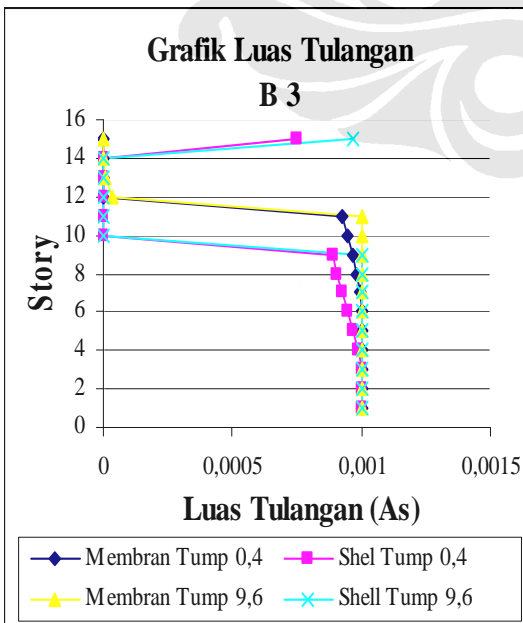
##### ▪ Luas Tulangan Geser Balok



Grafik 4.20 a



Grafik 4.20 b



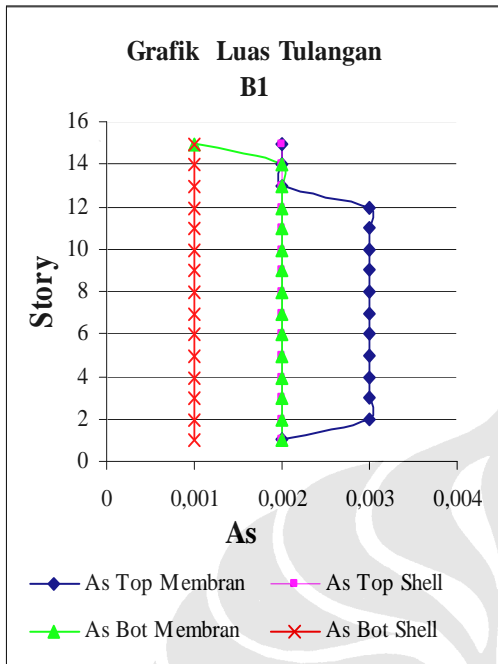
Grafik 4.20 c

Grafik 4.20a Luas tulangan geser pada balok B1

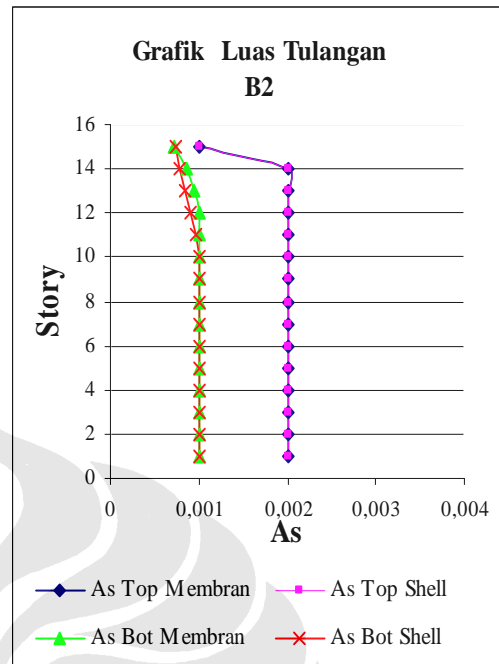
Grafik 4.20b Luas tulangan geser pada balok B2

Grafik 4.20c Luas tulangan geser pada balok B3

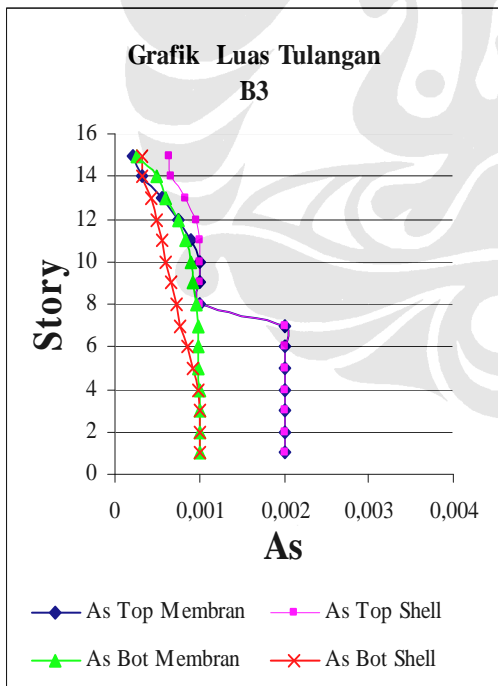
▪ *Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 1*



Grafik 4.21 a



Grafik 4.21 b



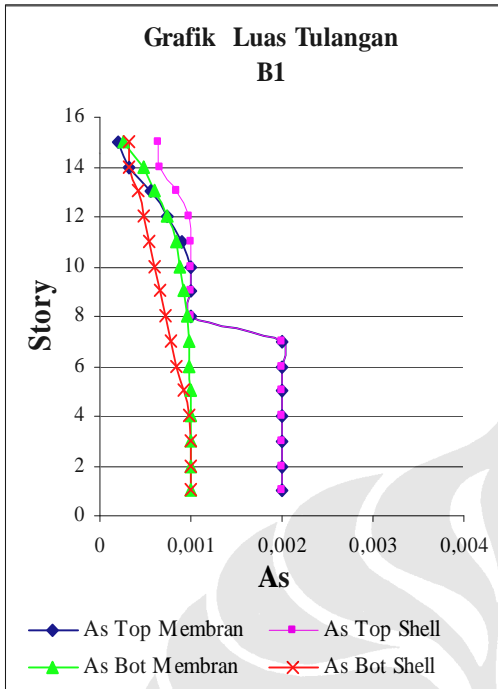
Grafik 4.21 c

Grafik 4.21a Luas tulangan longitudinal pada Balok B1

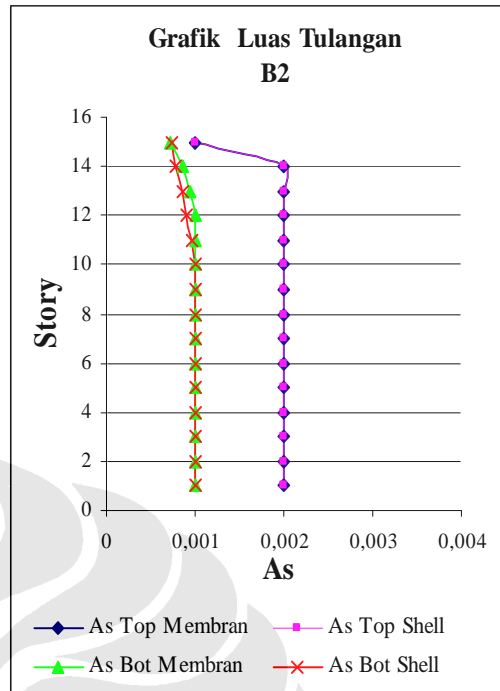
Grafik 4.21b Luas tulangan longitudinal pada Balok B2

Grafik 4.21c Luas tulangan longitudinal pada Balok B3

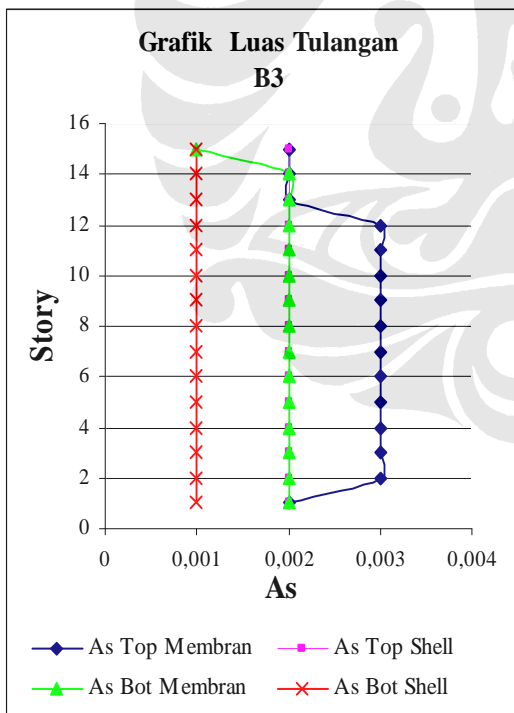
▪ *Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 2*



*Grafik 4.22 a*



*Grafik 4.22 b*



*Grafik 4.22 c*

*Grafik 4.22a Luas tulangan longitudinal pada Balok B1*

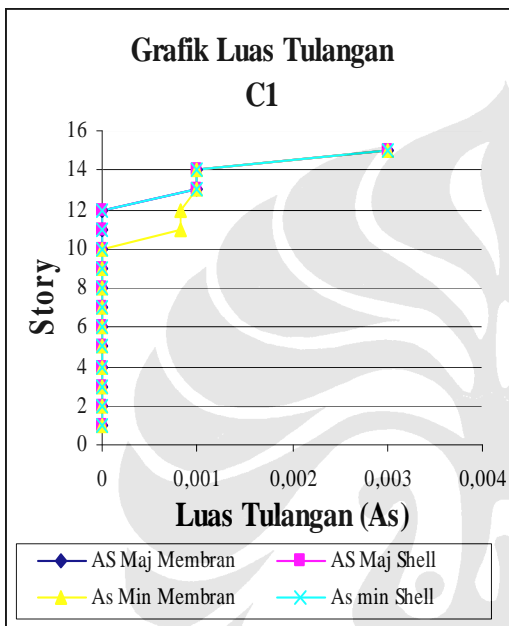
*Grafik 4.22b Luas tulangan longitudinal pada Balok B2*

*Grafik 4.22c Luas tulangan longitudinal pada Balok B3*

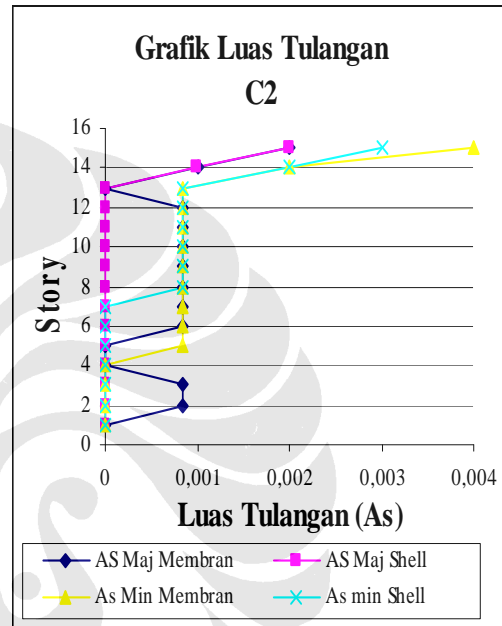
#### IV.2.2 .11 Luas Tulangan Kolom

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 41-43 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 42-44.

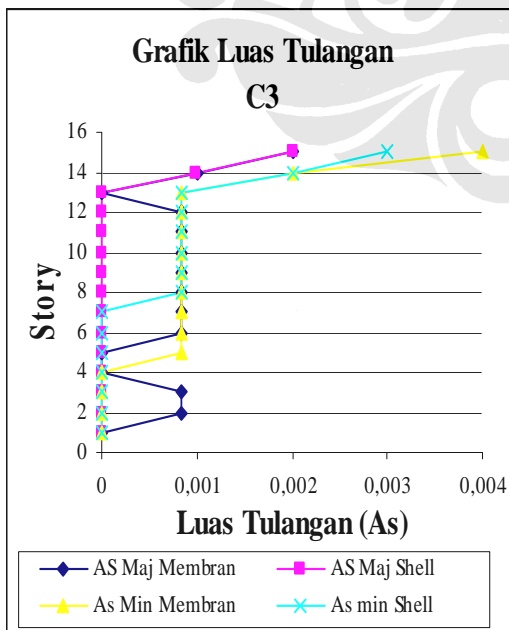
##### ▪ Luas Tulangan Geser Kolom



Grafik 4.23a



Grafik 4.23b



Grafik 4.23c

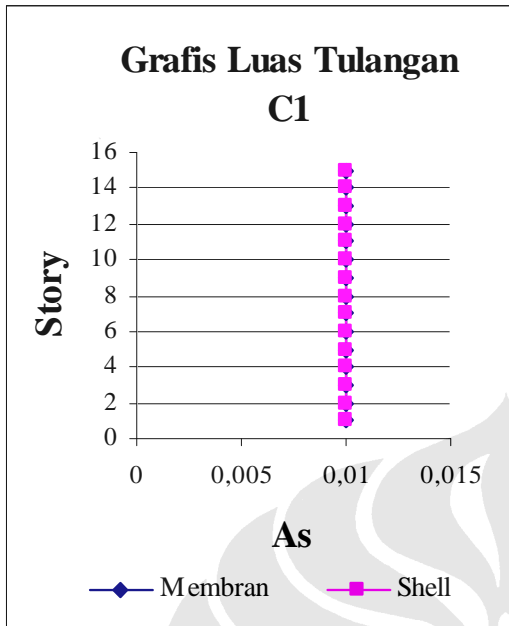
Grafik 4.23a Luas tulangan geser pada kolom C1

Grafik 4.23b Luas tulangan geser pada kolom C2

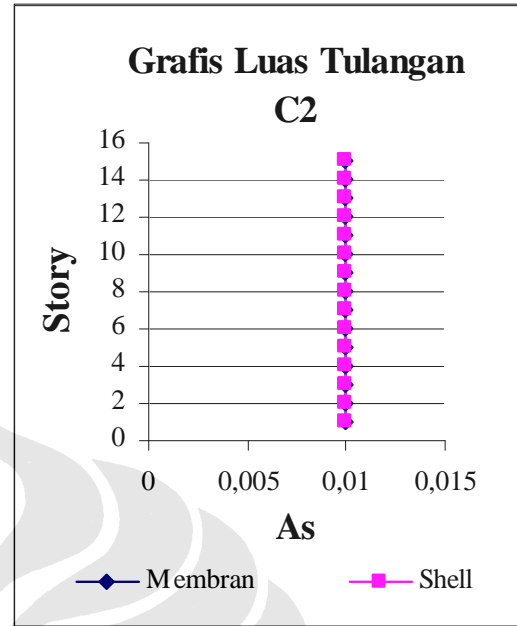
Grafik 4.23c Luas tulangan geser pada kolom C3



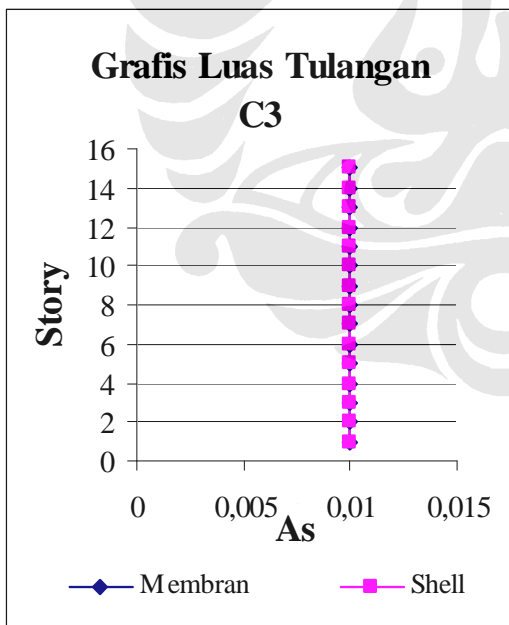
▪ *Luas Tulangan Longitudinal Kolom*



Grafik 4.24a



Grafik 4.24b



Grafik 4.24c

Grafik 4.24a Luas tulangan longitudinal pada kolom C1

Grafik 4.24b Luas tulangan longitudinal pada kolom C2

Grafik 4.24c Luas tulangan longitudinal pada kolom C3

### IV.2.3 Struktur 30 lantai (High Rise)

#### IV.2.3 .1 Waktu Getar Alami

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.6 nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dari struktur gedung harus dibatasi, untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel.

Tabel 4.17 Respon spectrum acceleration untuk modelisasi membrane

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	4,022383	0,05	1	0,09437	0,028311	0
2	4,021167	0,05	1	0,094398	0,028319	0
3	3,130924	0,05	1	0,121381	0,036414	0
4	1,287571	0,05	1	0,295996	0,088799	0
5	1,287245	0,05	1	0,296062	0,088818	0
6	1,026	0,05	1	0,371606	0,111482	0
7	0,719231	0,05	1	0,557087	0,167126	0
8	0,719087	0,05	1	0,557177	0,167153	0
9	0,601934	0,05	1	0,631277	0,189383	0
10	0,495296	0,05	1	0,6325	0,18975	0
11	0,495212	0,05	1	0,6325	0,18975	0
12	0,417507	0,05	1	0,6325	0,18975	0

Tabel 4.18 Respon spectrum acceleration untuk modelisasi shell

Mode	Period	DampRatio	SpecFactor	U1	U2	U3
1	5,207717	0,05	1	0,072938	0,021881	0
2	5,207317	0,05	1	0,072944	0,021883	0
3	4,088386	0,05	1	0,092883	0,027865	0
4	1,658263	0,05	1	0,230068	0,06902	0
5	1,6582	0,05	1	0,230077	0,069023	0
6	1,324249	0,05	1	0,288572	0,086572	0
7	0,92893	0,05	1	0,424452	0,127336	0
8	0,928732	0,05	1	0,424577	0,127373	0
9	0,766112	0,05	1	0,527434	0,15823	0
10	0,62863	0,05	1	0,614392	0,184318	0
11	0,628487	0,05	1	0,614482	0,184345	0
12	0,521971	0,05	1	0,6325	0,18975	0

#### IV.2.3 .2 Variasi Pola Getar

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.2.1 jumlah pola getar ditinjau dalam penjumlahan respon ragam harus mencakup partisipasi massa sekurang-kurangnya 90%. Dalam analisa dinamik yang dilakukan, digunakan 12 pola ragam getar, dan partisipasi massa yang disumbangkan oleh masing-masing pola getar sebagai berikut :

Tabel 4.19 Modal Participating Mass Ratio untuk modelisasi membran

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	4,022383	78,4738	0	78,4738	0
2	4,021167	0	78,4771	78,4738	78,4771
3	3,130924	0,0003	0	78,474	78,4771
4	1,287571	11,2859	0	89,76	78,4771
5	1,287245	0	11,284	89,76	89,7611
6	1,026	0	0	89,76	89,7611
7	0,719231	3,5213	0	93,2813	89,7611
8	0,719087	0	3,5208	93,2813	93,282
9	0,601934	0	0	93,2813	93,282
10	0,495296	1,8613	0	95,1426	93,282
11	0,495212	0	1,8611	95,1426	95,1431
12	0,417507	0	0	95,1426	95,1431

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 7 mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 8 modes pertama untuk arah Y (sum Y-12). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 95% (sum X) dan 95% (sum Y)

Tabel 4.20 Modal Participating Mass Ratio untuk modelisasi Shell

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	5,207717	0	78,8036	0	78,8036
2	5,207317	78,8127	0	78,8127	78,8036
3	4,088386	0,0004	0	78,8132	78,8036
4	1,658263	10,3234	0	89,1366	78,8036
5	1,6582	0	10,3323	89,1366	89,1359
6	1,324249	0,0001	0	89,1366	89,1359
7	0,92893	3,5346	0	92,6712	89,1359
8	0,928732	0	3,5355	92,6712	92,6714
9	0,766112	0	0	92,6712	92,6714
10	0,62863	1,9404	0	94,6116	92,6714
11	0,628487	0	1,9406	94,6116	94,612
12	0,521971	0	0	94,6116	94,612

Dari data diatas dapat dilihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 7mode pertama untuk arah X (sum X-12), dan 8 modes pertama untuk arah Y (sum Y-17). Dan di modes yang ke-12 dapat dilihat bahwa prosentase massa mencapai 94% (sum X) dan 94% (sum Y)

#### IV.2.3 .3 Gaya Dinamik

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.8.2 untuk menstimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarangan terhadap struktur gedung, dalam analisa dinamik yang dilakukan ini, pengaruh pembebanan dalam arah utama dianggap efektif 100% dan dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus nya, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

Sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 7.1.3 nilai gaya geser dasar hasil analisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 80% nilai respon ragam yang pertama, dimana dalam hal ini gaya geser nominal ialah 0,8 kali gaya geser dasar ragam pertama.

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi membrane:

$$V_1 = \frac{C.I}{R} W_t$$

- Waktu getar alami :

$T_x = 4,022383$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

$T_y = 4,021167$  → dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{4,022383} = 0,082040$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{4,021167} = 0,082065$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{tX} = 4673121,033 \text{ Kg}$$

$$W_{tY} = 4673121,033 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{tx}$$

$$V_x = \frac{0,082040 \times 1,0}{8,5} \times 4673121,033$$

$$V_x = 45104,37019$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{ty}$$

$$V_y = \frac{0,082065 \times 1,0}{8,5} \times 4673121,033$$

$$V_y = 45118,00974$$

- Gaya geser nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 45104,37019$$

$$= 36083,49615$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 45118,00974$$

$$= 36094,40779$$

Perhitungan gaya geser dasar respon ragam pertama ( $V_1$ ) dengan modelisasi shell :

$$V_1 = \frac{C.I}{R} W_t$$

- Waktu getar alami :

$$T_x = 5,20772 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

$$T_y = 5,20732 \longrightarrow \text{dari hasil analisa dinamik dengan program ETABS}$$

- Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 dan tanah sedang :

$$C = \frac{0,33}{T_x} = \frac{0,33}{5,20772} = 0,063367499$$

$$C = \frac{0,33}{T_y} = \frac{0,33}{5,20732} = 0,063372366$$

- Faktor keutamaan struktur gedung difungsikan untuk perkantoran :

$$I = 1,0$$

- Faktor daktilitas struktur open frame SRPMK :

$$R = 8,5$$

- Kombinasi beban mati dan beban hidup tereduksi (30%)

$$W_{tx} = 4673121,033 \text{ Kg}$$

$$W_{ty} = 4673121,033 \text{ Kg}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V_x = \frac{C.I}{R} W_{tx}$$

$$V_x = \frac{0,063367 \times 1,0}{8,5} \times 4673121,033$$

$$V_x = 34838,11656$$

$$V_y = \frac{C.I}{R} W_{ty}$$

$$V_y = \frac{0,063372 \times 1,0}{8,5} \times 4673121,033$$

$$V_y = 34840,79265$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V > 0,8V_x$$

$$= 0,8 \times 34838,11656$$

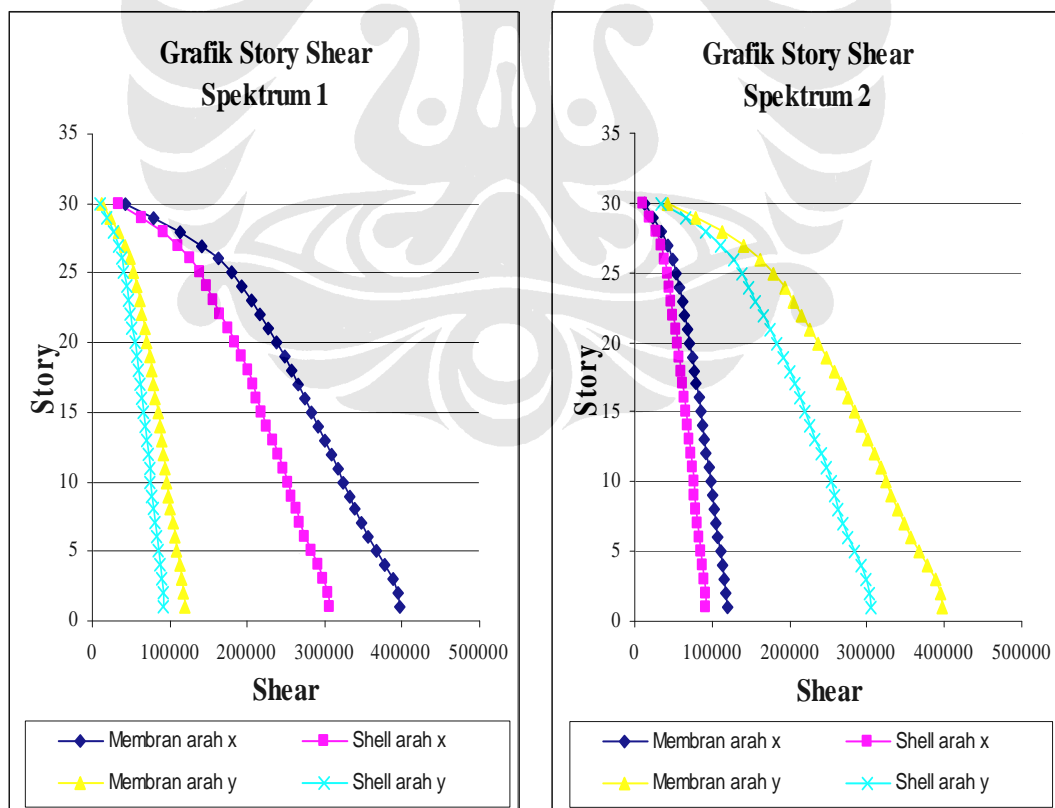
$$= 27870,49325$$

$$V > 0,8V_y$$

$$= 0,8 \times 34840,79265$$

$$= 27872,63412$$

Dari hasil analisa dinamik dengan menggunakan program ETABS dapat distimulasikan sesuai kombinasi yang diberikan. Gaya dinamik hasil dari perhitungan ETABS dengan modelisasi membrane terlampir pada tabel 47 dan untuk modelisasi dengan shell terlampir pada tabel 48.



Grafik 4.25 Grafik Story Shear Spektrum 1 & Spektrum 2

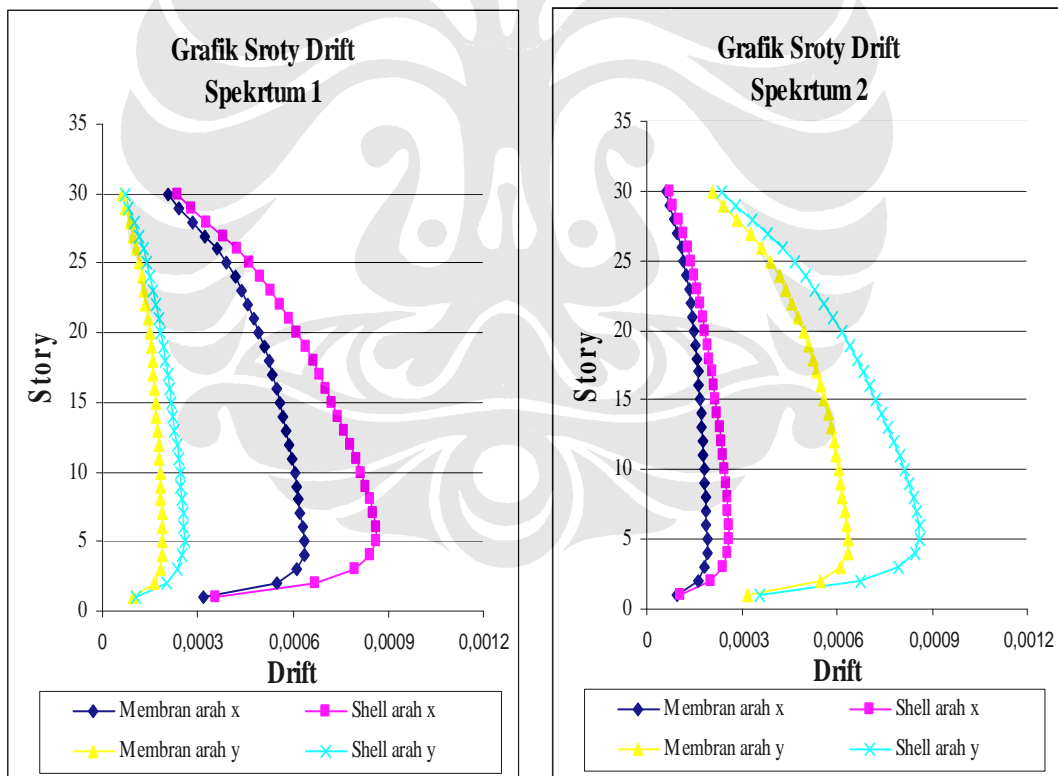
Dari grafik diatas didapat nilai gaya geser dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.21 Tabel Story Shear Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$V_x = 397416,53 \text{ Kg}$ $V_y = 119256,19 \text{ Kg}$	$V_x = 306518,72 \text{ Kg}$ $V_y = 91956,61 \text{ Kg}$
Spektrum 2	$V_x = 119224,96 \text{ Kg}$ $V_y = 397520,65 \text{ Kg}$	$V_x = 91955,62 \text{ Kg}$ $V_y = 306522,04 \text{ Kg}$

#### IV.2.3.4 Story Drift

Untuk mengetahui story drift yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan story drift. Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 5 dan Perhitungan story drift pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 6.



Grafik 4.26 Grafik Story Shear Spektrum 1 & Spektrum 2

Dari grafik diatas didapat nilai story drift dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.22 Tabel Story Drift Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	Drift <sub>x</sub> = 0,000636 Drift <sub>y</sub> = 0,00019	Drift <sub>x</sub> = 0,000862 Drift <sub>y</sub> = 0,000258
Spektrum 2	Drift <sub>x</sub> = 0,00019 Drift <sub>y</sub> = 0,000636	Drift <sub>x</sub> = 0,000258 Drift <sub>y</sub> = 0,000862

#### IV.2.3 .5 Kinerja Batas Layan

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.1.2 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $\frac{0,03}{R}$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30mm.

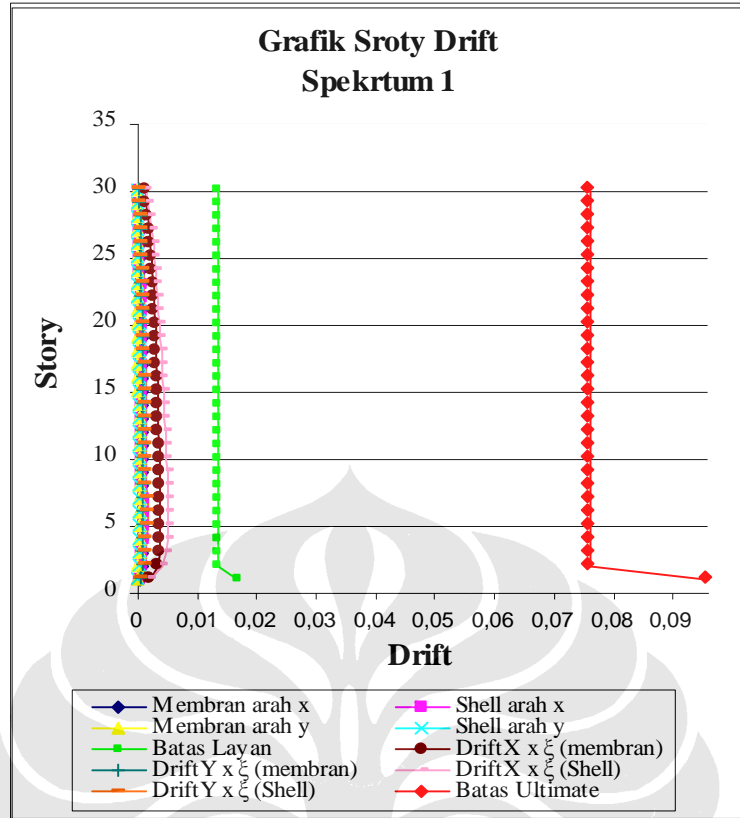
Hasil analisa perhitungan program ETABS untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 49 dan untuk simpangan antar lantai pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 50.

Analisa perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 51 dan perhitungan persyaratan simpangan antar lantai untuk struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 52.

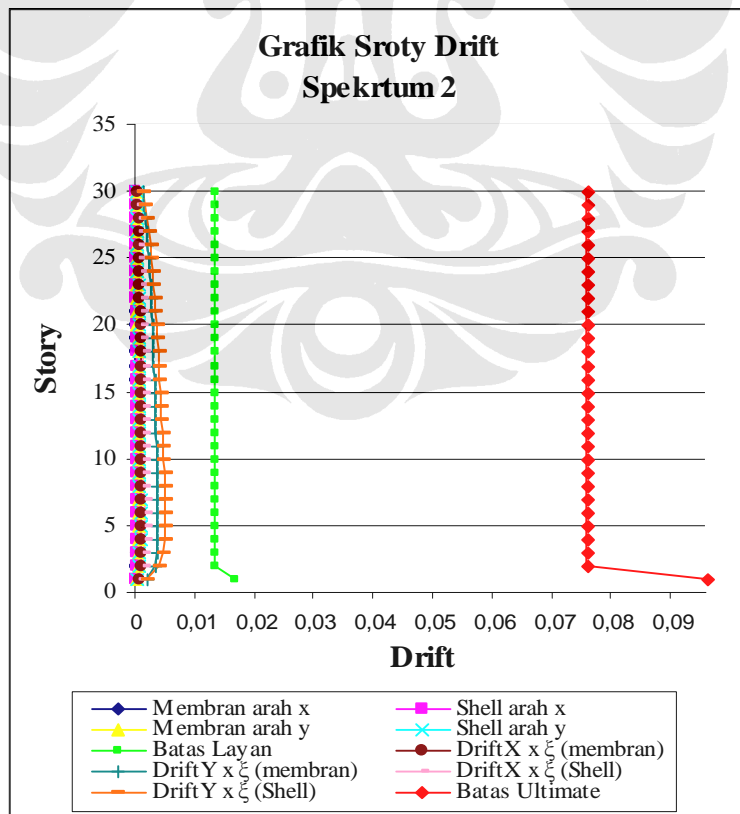
#### IV.2.3 .6 Kinerja Batas Ultimit

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 8.2.1 untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.





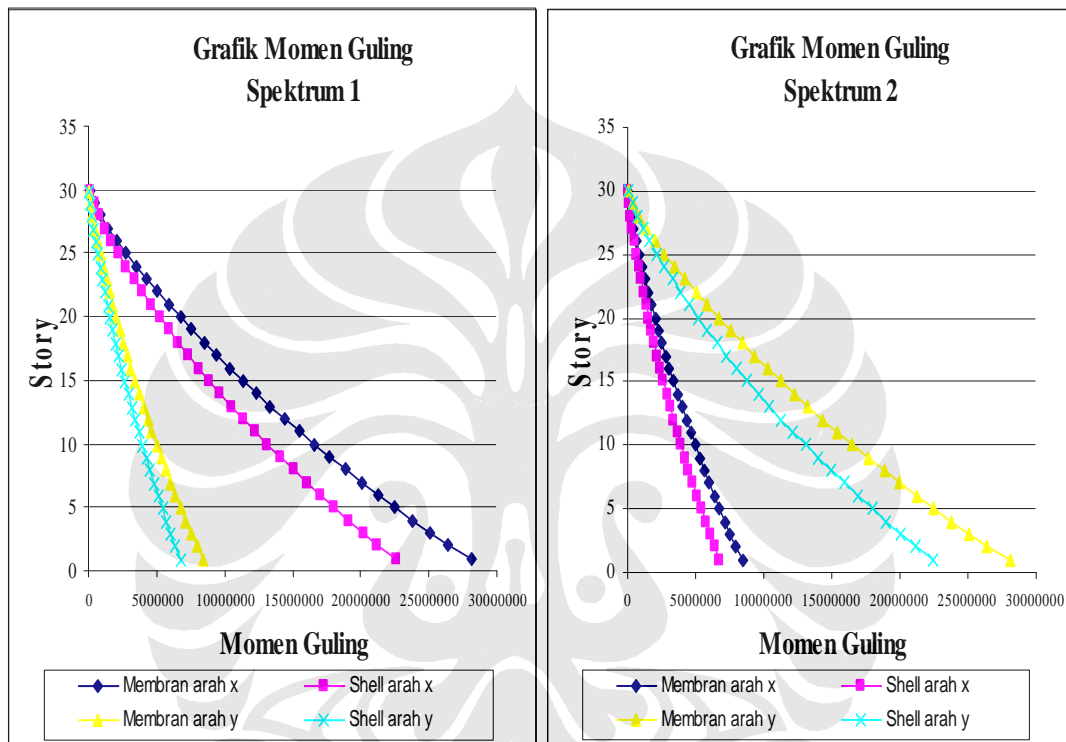
Grafik 4.27 Grafik Batas Layan & Batas Ultimit Spectrum 1



Grafik 4.28 Grafik Batas Layan & Batas Ultimit Spectrum 2

#### IV.2.3 .7 Momen Guling

Untuk mengetahui momen guling yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan momen guling total. Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 53 dan Perhitungan momen guling pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 54.



Grafik 4.29 Grafik Momen Guling Spectrum 1 & Spektrum 2

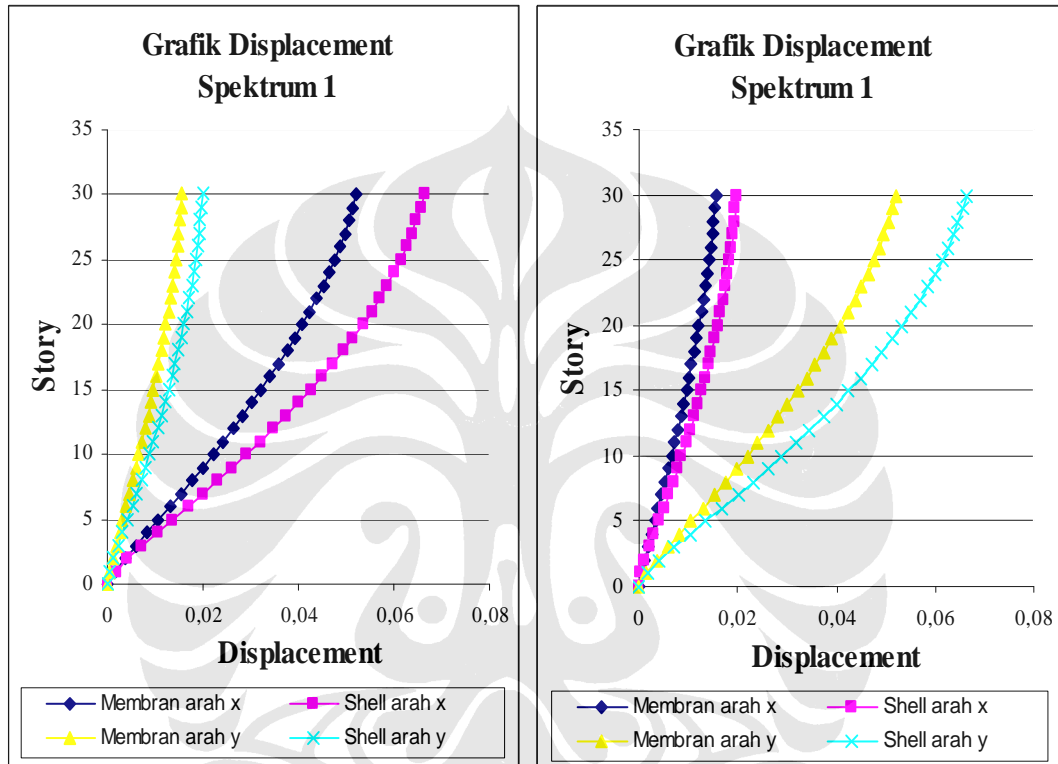
Dari grafik diatas didapat nilai momen guling dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.23 Tabel Momen Guling Modelisasi membran dan shell

	Membran	Shell
Spektrum 1	$M_x = 28126931,98 \text{ Kg.m}$ $M_y = 844063,685 \text{ Kg.m}$	$M_x = 22543205,07 \text{ Kg.m}$ $M_y = 6762129,354 \text{ Kg.m}$
Spektrum 2	$M_x = 8438079,595 \text{ Kg.m}$ $M_y = 28134878,95 \text{ Kg.m}$	$M_x = 6762961,354 \text{ Kg.m}$ $M_y = 22540431,18 \text{ Kg.m}$

#### IV.2.3 .8 Displacement

Untuk mengetahui displacement yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan displacement total. Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 55 dan Perhitungan displacement pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 56.



Grafik 4.30 Grafik Displacement Spectrum 1 & Spektrum 2

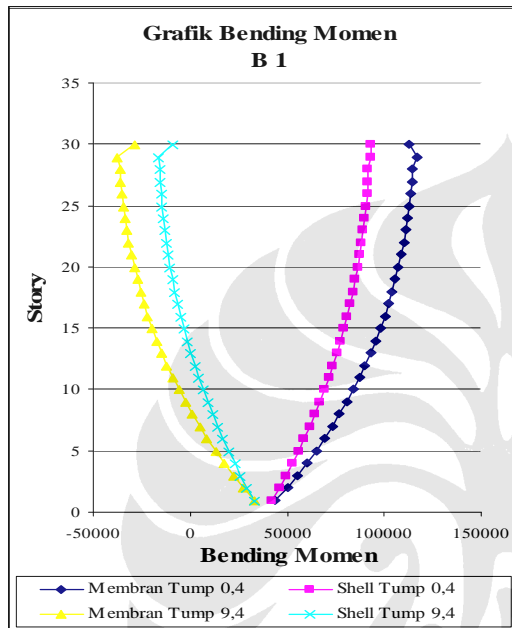
Dari grafik diatas didapat nilai displacement dari tiap lantai struktur, dimana;

Tabel 4.24 Tabel Displacement Modelisasi membran dan shell

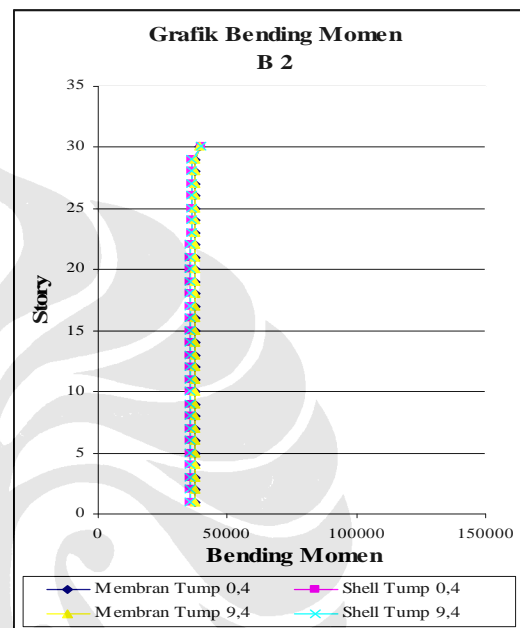
	Membran	Shell
Spektrum 1	$U_x = 0,0521$ $U_y = 0,0156$	$U_x = 0,0663$ $U_y = 0,0199$
Spektrum 2	$U_x = 0,0156$ $U_y = 0,0521$	$U_x = 0,0199$ $U_y = 0,0663$

#### IV.2.3 .9 Bending Momen

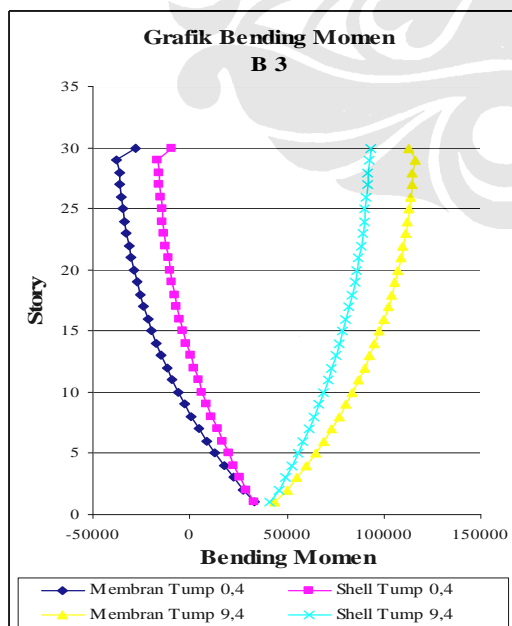
Untuk mengetahui bending momen yang terjadi pada struktur, maka dilakukan perhitungan bending momen total. Perhitungan bending moment pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 57 dan Perhitungan bending momen pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 58.



Grafik 4.31a



Grafik 4.31b



Grafik 4.31c

Grafik 4.31a Bending Momen Pada Balok B1

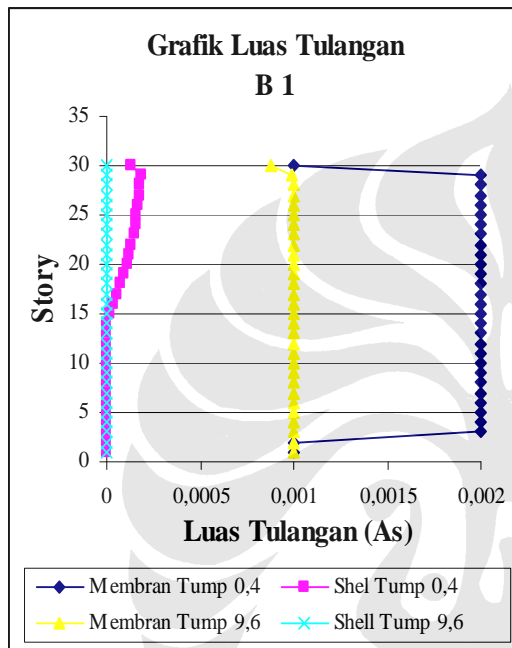
Grafik 4.31b Bending Momen Pada Balok B2

Grafik 4.31c Bending Momen Pada Balok B3

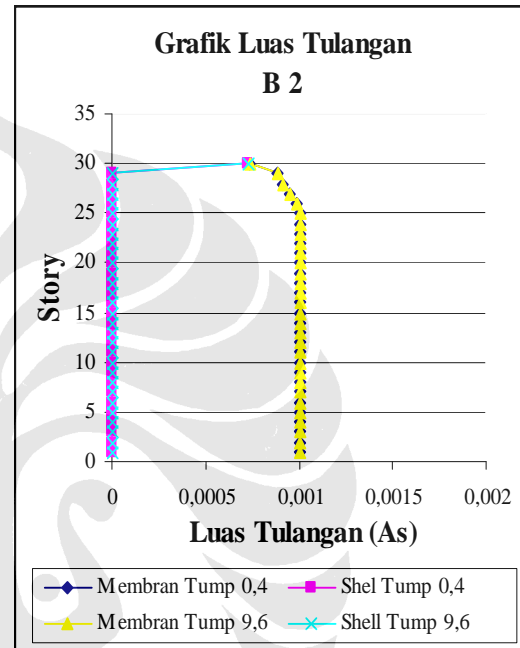
#### IV.2.3 .10 Luas Tulangan Balok

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 59-61 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 60-62.

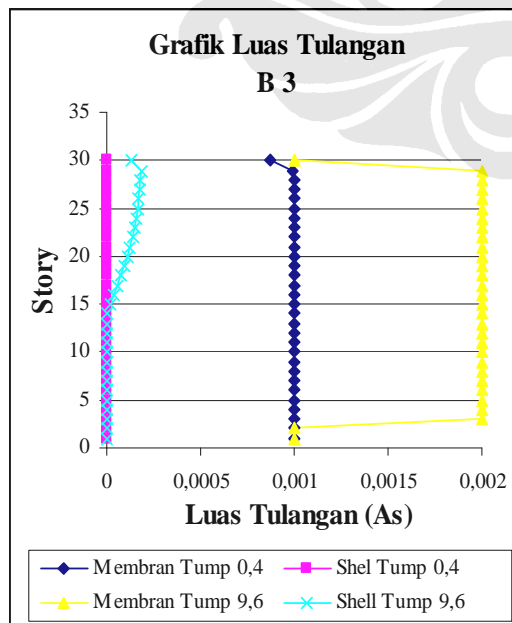
##### ▪ Luas Tulangan Geser Balok



Grafik 4.32 a



Grafik 4.32b



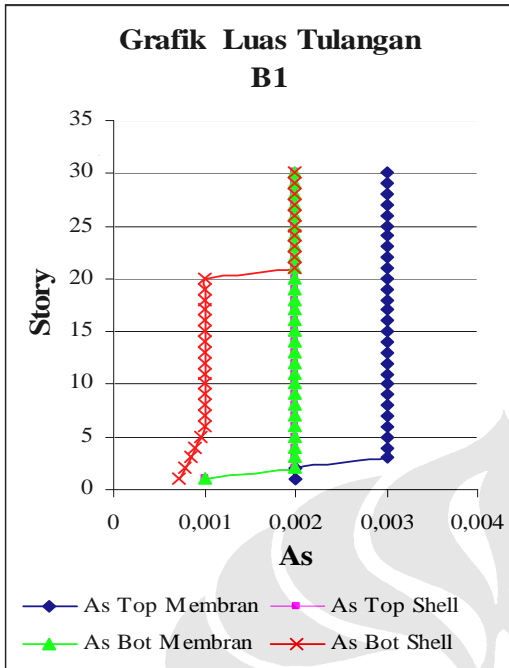
Grafik 4.32 c

Grafik 4.32a Luas tulangan geser pada Balok B1

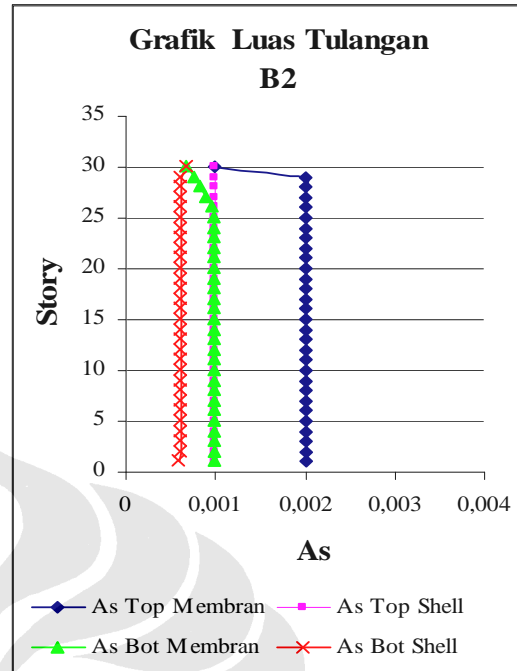
Grafik 4.32b Luas tulangan geser pada Balok B2

Grafik 4.32c Luas tulangan geser pada Balok B3

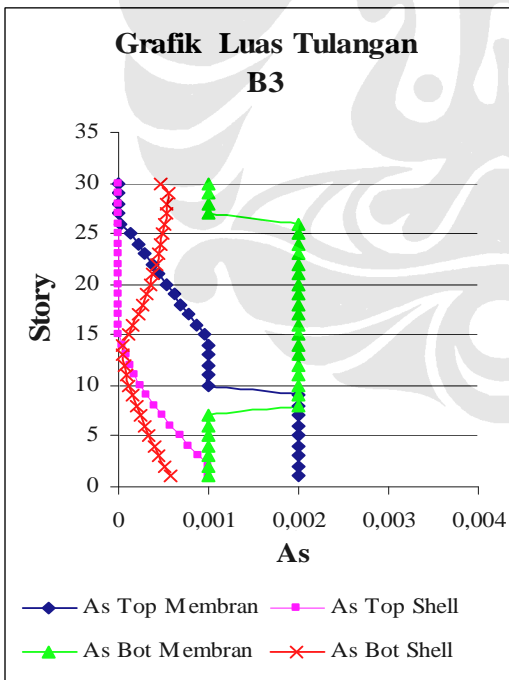
- Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 1



Grafik 4.33a



Grafik 4.33a



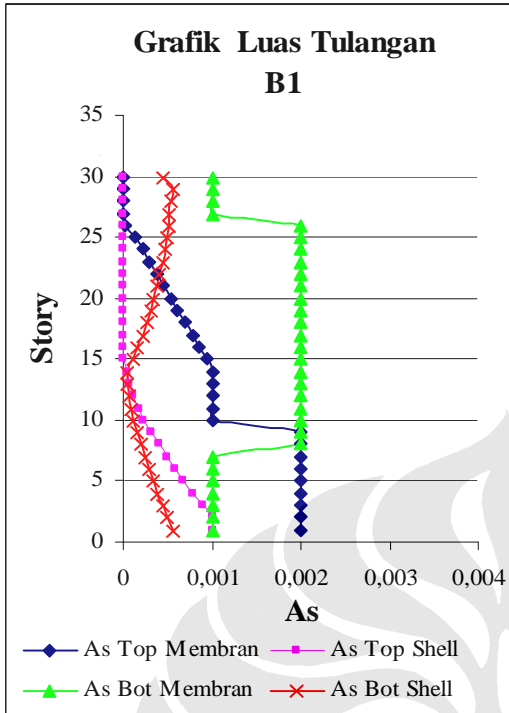
Grafik 4.33a

Grafik 4.33a Luas tulangan longitudinal pada Balok B1

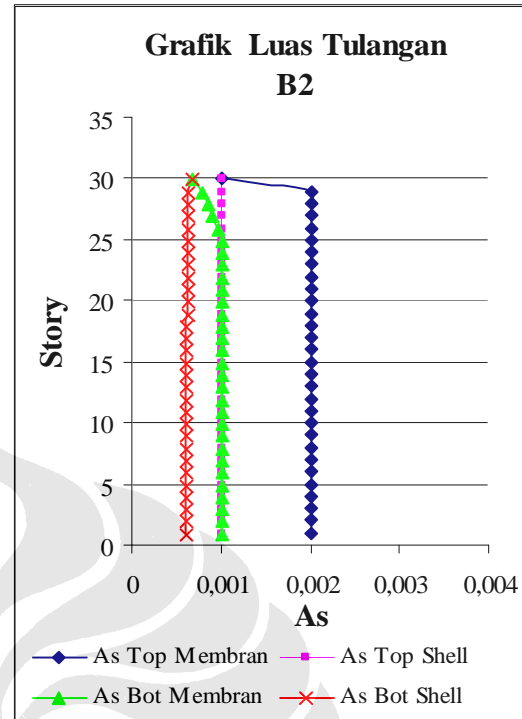
Grafik 4.33b Luas tulangan longitudinal pada Balok B2

Grafik 4.33c Luas tulangan longitudinal pada Balok B3

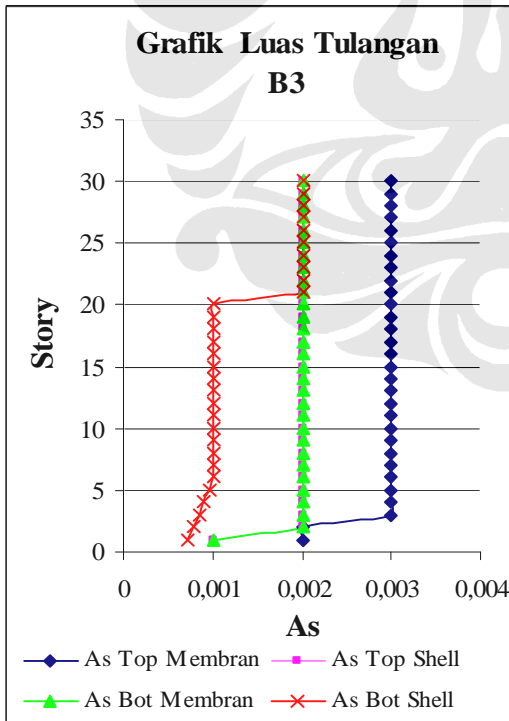
- Luas Tulangan Longitudinal Balok pada tumpuan 2



Grafik 4.34a



Grafik 4.34a



Grafik 4.34a

Grafik 4.34a Luas tulangan longitudinal pada Balok B1

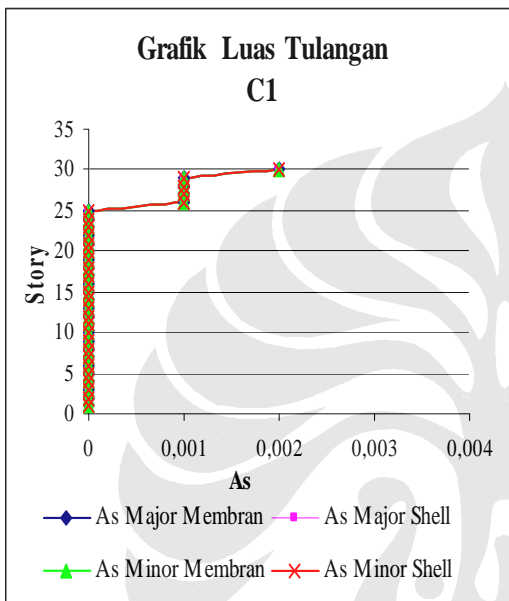
Grafik 4.34b Luas tulangan longitudinal pada Balok B2

Grafik 4.34c Luas tulangan longitudinal pada Balok B3

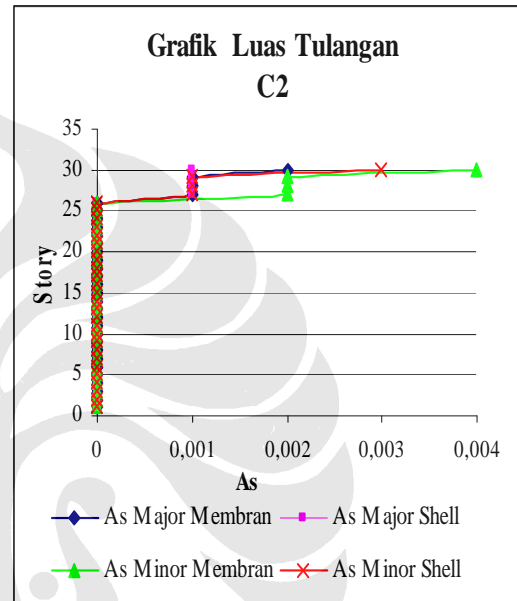
#### IV.2.1 .11 Luas Tulangan Kolom

Untuk mengetahui luas tulangan yang terdapat pada struktur, maka dilakukan perhitungan luas tulangan total. Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi membrane terdapat pada lampiran tabel 63-65 dan Perhitungan luas tulangan pada struktur dengan modelisasi shell terdapat pada lampiran tabel 64-66.

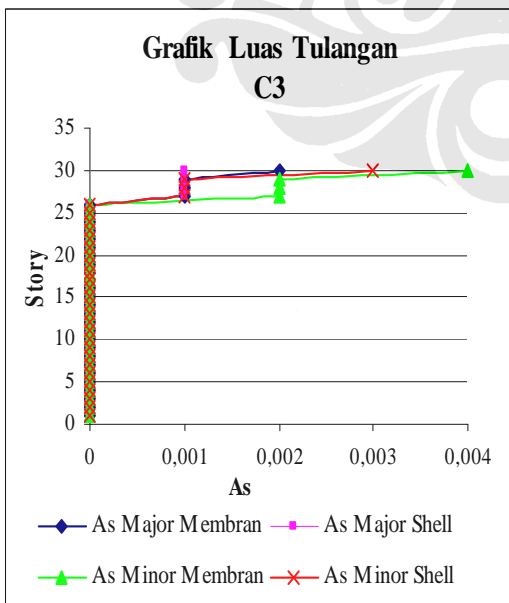
##### ▪ Luas Tulangan Geser Kolom



Grafik 4.35a



Grafik 4.35a



Grafik 4.35a

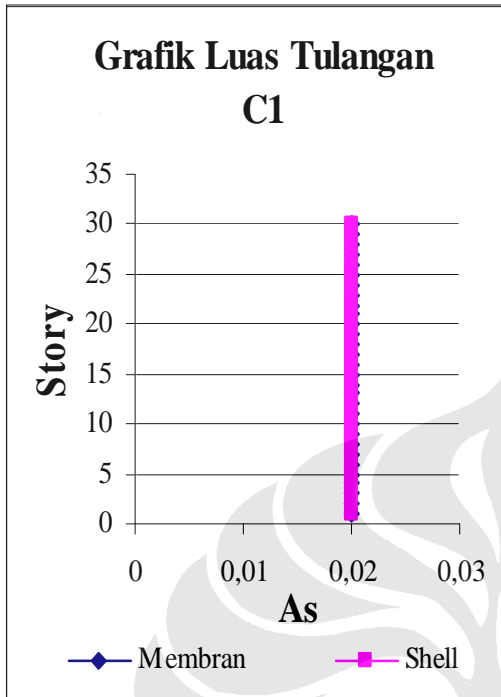
Grafik 4.35a Luas tulangan geser pada Kolom C1

Grafik 4.35b Luas tulangan geser pada Kolom C2

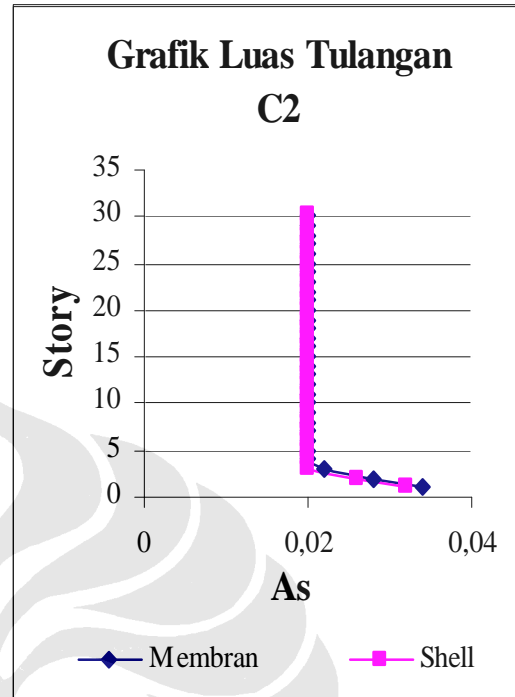
Grafik 4.35c Luas tulangan geser pada Kolom C3



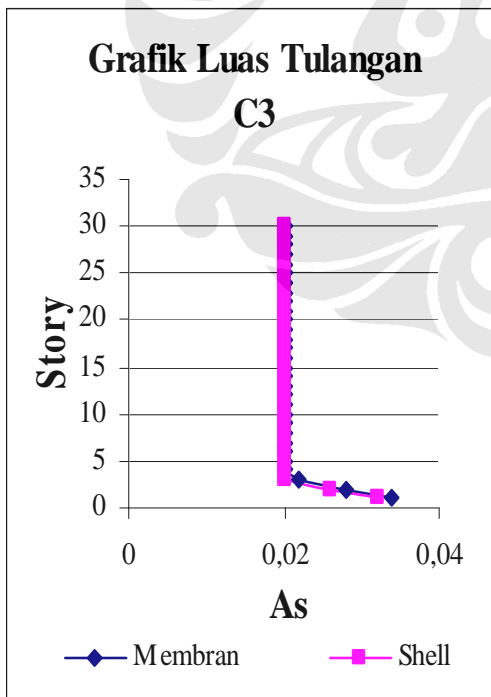
▪ *Luas Tulangan Longitudinal Kolom*



*Grafik 4.36a*



*Grafik 4.36a*



*Grafik 4.36a*

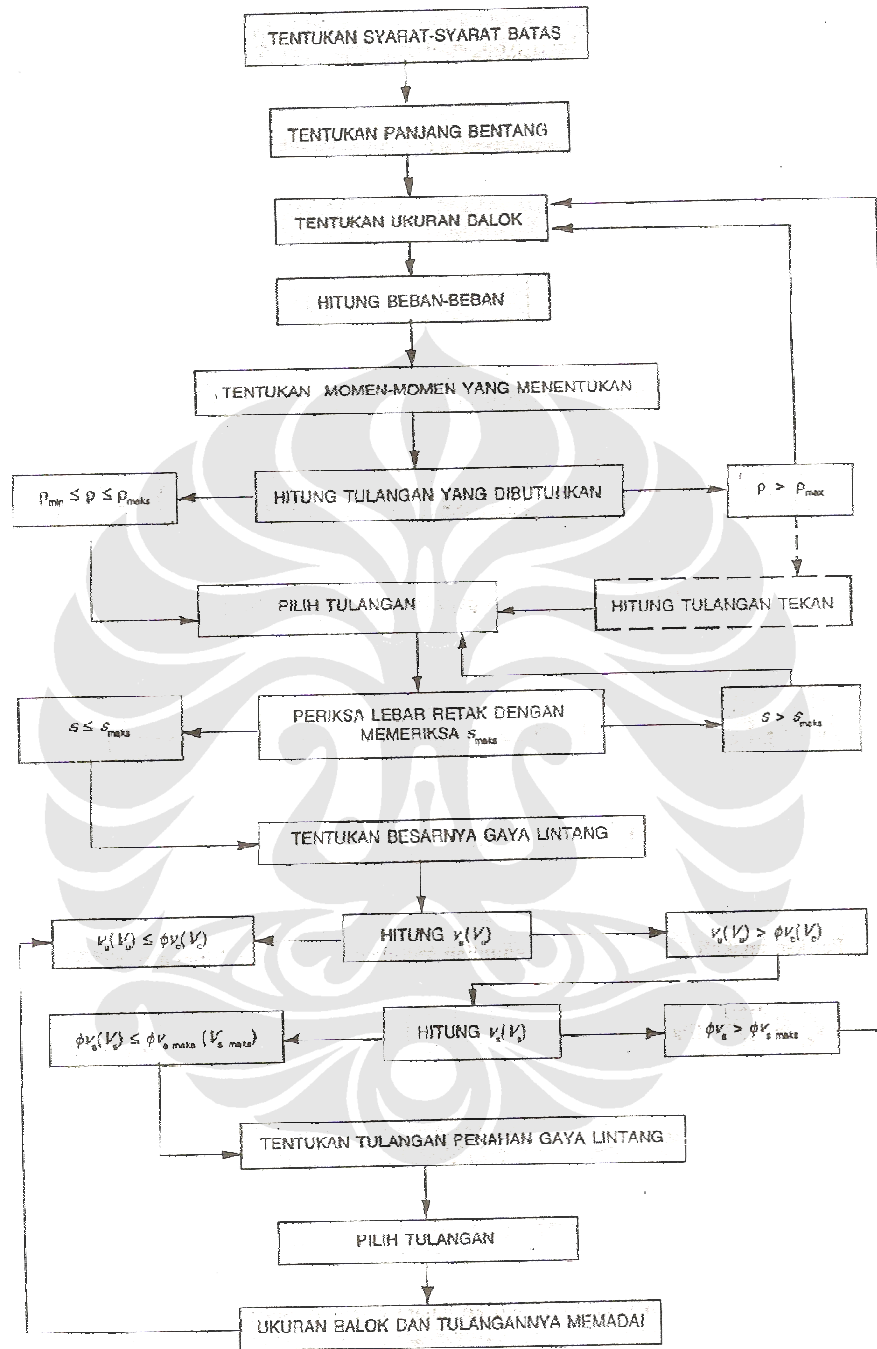
*Grafik 4.36a Luas tulangan longitudinal pada Kolom C1*

*Grafik 4.36b Luas tulangan longitudinal pada Kolom C2*

*Grafik 4.36c Luas tulangan longitudinal pada Kolom C3*

### IV.3 Perhitungan Luas Tulangan

Flow Chart Untuk Perhitungan Balok



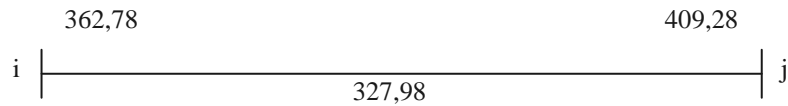
Sumber

R.Sagel, P Kole, Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta, 1994

Gambar 4.1 Flow Chart Untuk Perhitungan Balok

### IV.3.1 Perhitungan Tulangan Lentur Balok

Asumsi balok berpenampang persegi portal I



Skema Momen yang menentukan

#### Momen Tumpuan i

Asumsi

- Balok = 600 x 800 mm
- $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm
- $d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 11 = 51 \text{ mm}$

$$\spadesuit f_s' = 600 - \left(600 + f_y\right) \frac{d'}{d}$$

$$\spadesuit f_s' = 600 - (600 + 400) \frac{51}{741}$$

$$\spadesuit f_s' = 531,174 \sim \text{Digunakan } f_y$$

$$\spadesuit M_u = 362,78$$

$$\spadesuit M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{362,78}{0,8} = 453,475 \text{ kNm}$$

$$\spadesuit d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$$

$$\spadesuit d' = 40 + 11 = 51 \text{ mm}$$

$$\spadesuit A_s' = 0,4 A_s$$

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y}{1,7 \times b \times f_c} \right\} + \{ A_s \times f_s \times (d - d') \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400 \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400}{1,7 \times 600 \times 35} \right\} + \{ 0,4 A_s \times 400 \times (741 - 51) \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \{ 240 A_s \} \{ 741 - 6,7226 \cdot 10^{-3} A_s \} + 110400 A_s$$

$$\blackspadesuit 453,475 \cdot 10^6 = 288240 A_s - 1,6134 A_s^2$$

$$\blackspadesuit A_s = 1587,35 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = 634,94 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 1587,35 = \rho \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho = 0,00357$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 634,94 = \rho' \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho' = 0,00142$$

Cek Daktilitas

$$\blackspadesuit \rho_b = \beta \times \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,85 \times \frac{0,85 \times 35}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,0379$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times \rho_b) + \rho'$$

$$\blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times 0,0379) + 0,00142 = 0,0298$$

$$\blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} = 0,00369$$

As perlu

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s = 0,00369 \times 600 \times 741$$

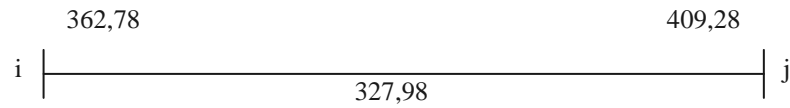
$$\blackspadesuit A_s = 1640,574 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s' = 0,00369 \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit A_s' = 1640,574 \text{ mm}^2$$

### Asumsi balok berpenampang persegi portal I



Skema Momen yang menentukan

#### Momen Tumpuan j

Asumsi

- Balok = 600 x 800 mm
- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm
- $d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 11 = 51 \text{ mm}$

$$\spadesuit f_s' = 600 - (600 + f_y) \frac{d'}{d}$$

$$\spadesuit f_s' = 600 - (600 + 400) \frac{51}{741}$$

$$\spadesuit f_s' = 531,174 \sim \text{Digunakan } f_y$$

$$\spadesuit M_u = 409,28$$

$$\spadesuit M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{409,28}{0,8} = 511,6 \text{ kNm}$$

$$\spadesuit d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$$

$$\spadesuit d' = 40 + 11 = 51 \text{ mm}$$

$$\spadesuit A_s' = 0,4 A_s$$

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y}{1,7 \times b \times f_c} \right\} + \{ A_s' \times f_s' \times (d - d') \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400 \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400}{1,7 \times 600 \times 35} \right\} + \{ 0,4 A_s \times 400 \times (741 - 51) \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \{ 240 A_s \} \{ 741 - 6,7226 \cdot 10^{-3} A_s \} + 110400 A_s$$

$$\blackspadesuit 511,6 \cdot 10^6 = 288240 A_s - 1,6134 A_s^2$$

$$\blackspadesuit A_s = 1792,902 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = 717,160 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 1792,902 = \rho \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho = 0,00403$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 717,160 = \rho' \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho' = 0,0016$$

Cek Daktilitas

$$\blackspadesuit \rho_b = \beta \times \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,85 \times \frac{0,85 \times 35}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,0379$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times \rho_b) + \rho'$$

$$\blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times 0,0379) + 0,0016 = 0,0300 \quad \blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} = 0,00369$$

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s = 0,00403 \times 600 \times 741$$

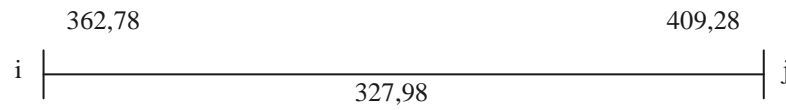
$$\blackspadesuit A_s = 1791,738 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s' = 0,00369 \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit A_s' = 1640,574 \text{ mm}^2$$

Asumsi balok berpenampang persegi portal I

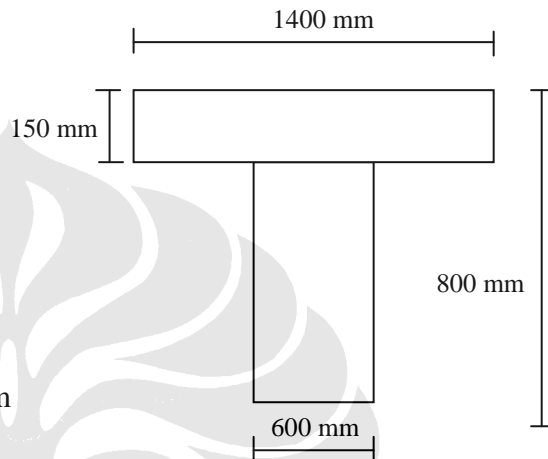


Skema Momen yang menentukan

### Momen Lapangan

#### Asumsi

- Balok T
- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm
- $D = 800 - 40 - 8 - 22/2 = 741 \text{ mm}$
- $D' = 40 + 11 = 51 \text{ mm}$



$$\spadesuit M_{nf} = 0,85 \times f_c' \times (b_e - b_w) t \left( d - \frac{t}{2} \right)$$

$$\spadesuit M_{nf} = 0,85 \times 35 \times (1400 - 600) \times 150 \times \left( 741 - \frac{150}{2} \right)$$

$$\spadesuit M_{nf} = 2377,620000 \text{ kNm}$$

$$\spadesuit M_u = 327,98$$

$$\spadesuit M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{327,98}{0,8} = 409,975 \text{ kNm}$$

$$\spadesuit M_{nf} < M_n$$

$$\spadesuit 2377,620000 < 409,975$$

♠ dianalisa sebagai balok biasa

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - A_s' \left( \frac{f_s'}{f_y} \right) \right) f_y}{1,7 \times b \times f_c} \right\} + \{ A_s \times f_s \times (d - d') \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \left\{ \left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400 \right\} \left\{ d - \frac{\left( A_s - 0,4 A_s \left( \frac{400}{400} \right) \right) 400}{1,7 \times 1400 \times 35} \right\} + \{ 0,4 A_s \times 400 \times (741 - 51) \}$$

$$\blackspadesuit M_n = \{ 240 A_s \} \{ 741 - 2,8811 \cdot 10^{-3} A_s \} + 110400 A_s$$

$$\blackspadesuit 409,975 \cdot 10^6 = 288240 A_s - 0,691 A_s^2$$

$$\blackspadesuit A_s = 1427,222 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = 570,888 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 1427,222 = \rho \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho = 0,00321$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit 570,888 = \rho' \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit \rho' = 0,00128$$

Cek Daktilitas

$$\blackspadesuit \rho_b = \beta \times \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,85 \times \frac{0,85 \times 35}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\blackspadesuit \rho_b = 0,0379$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times \rho_b) + \rho' = 0,0284$$

$$\blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

$$\blackspadesuit \rho_{\max} = (0,75 \times 0,0379) + 0,00128 = 0,0297$$

$$\blackspadesuit \rho_{\min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} = 0,00369$$

As perlu

$$\blackspadesuit A_s = \rho \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s = 0,00369 \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit A_s = 1640,574 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_s' = \rho' \times b \times d$$

$$\blackspadesuit A_s' = 0,00369 \times 600 \times 741$$

$$\blackspadesuit A_s' = 1640,574 \text{ mm}^2$$



### IV.3.2 Perhitungan Tulangan Geser Balok

Asumsi balok berpenampang persegi portal I



Skema Momen yang menentukan

Tumpuan i

Asumsi

- Balok = 600 x 800 mm
- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm

$$\blackspadesuit V_u = 228,84 \text{ kN}$$

$$\blackspadesuit V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{228,84}{0,75} = 305,12 \text{ kN}$$

$$\blackspadesuit d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$$

$$\blackspadesuit V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b.d = 438381,511 \text{ N}$$

$$\blackspadesuit \phi V_c = 0,75 \times 438381,511 = 328786,13 \text{ N} \sim 328,786 \text{ kN}$$

$$\blackspadesuit \frac{1}{2} \phi V_c = 164393,066 \text{ N} \sim 164,393 \text{ kN}$$

$$\blackspadesuit \frac{1}{2} \phi V_c < \phi V_c > V_u \dots\dots\dots \text{perlu tulangan geser minimum}$$

$$\varnothing \text{ sengkang } 8 \text{ mm} \rightarrow A_{v_{\min}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 = 100,530 \text{ mm}^2$$

$$\blackspadesuit A_{v_{\min}} = \frac{75 \sqrt{f_c'} b_w \cdot s}{1200 f_y}$$

$$\blackspadesuit 100,530 = \frac{75 \sqrt{35} \cdot 600 \cdot s}{1200 \cdot 400}$$

$$\blackspadesuit s = 181,255 \text{ mm}$$

$$\blackspadesuit A_v = \frac{b_w \cdot s}{3 f_y}$$

$$\blackspadesuit A_v = \frac{600 \cdot 181,255}{3 \cdot 400}$$

$$\blackspadesuit A_v = 90,627 \text{ mm}^2$$

$$\frac{75 \sqrt{f_c'} b_w \cdot s}{1200 f_y} > \frac{b_w \cdot s}{3 f_y}$$

$$100,530 > 90,627 \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Asumsi balok berpenampang persegi portal I



Skema Momen yang menentukan

Tumpuan j

Asumsi

- Balok = 600 x 800 mm
- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm

$$\spadesuit V_u = 238,66 \text{ kN}$$

$$\spadesuit V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{238,66}{0,75} = 305,12 \text{ kN}$$

$$\spadesuit d = 800 - 40 - 8 - \frac{22}{2} = 741 \text{ mm}$$

$$\spadesuit V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b d = 438381,511 \text{ N}$$

$$\spadesuit \phi V_c = 0,75 \times 438381,511 = 328786,13 \text{ N} \sim 328,786 \text{ kN}$$

$$\spadesuit \frac{1}{2} \phi V_c = 164393,066 \text{ N} \sim 164,393 \text{ kN}$$

$$\spadesuit \frac{1}{2} \phi V_c < \phi V_c > V_u \dots\dots\dots \text{perlu tulangan geser minimum}$$

$$\text{Ø sengkang } 8 \text{ mm} \rightarrow A_{v_{\min}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 = 100,530 \text{ mm}^2$$

$$\spadesuit A_{v_{\min}} = \frac{75 \sqrt{f_c'} b_w s}{1200 f_y}$$

$$\spadesuit 100,530 = \frac{75 \sqrt{35} 600 s}{1200 \cdot 400}$$

$$\spadesuit s = 181,255 \text{ mm}$$

$$\spadesuit A_v = \frac{b_w s}{3 f_y}$$

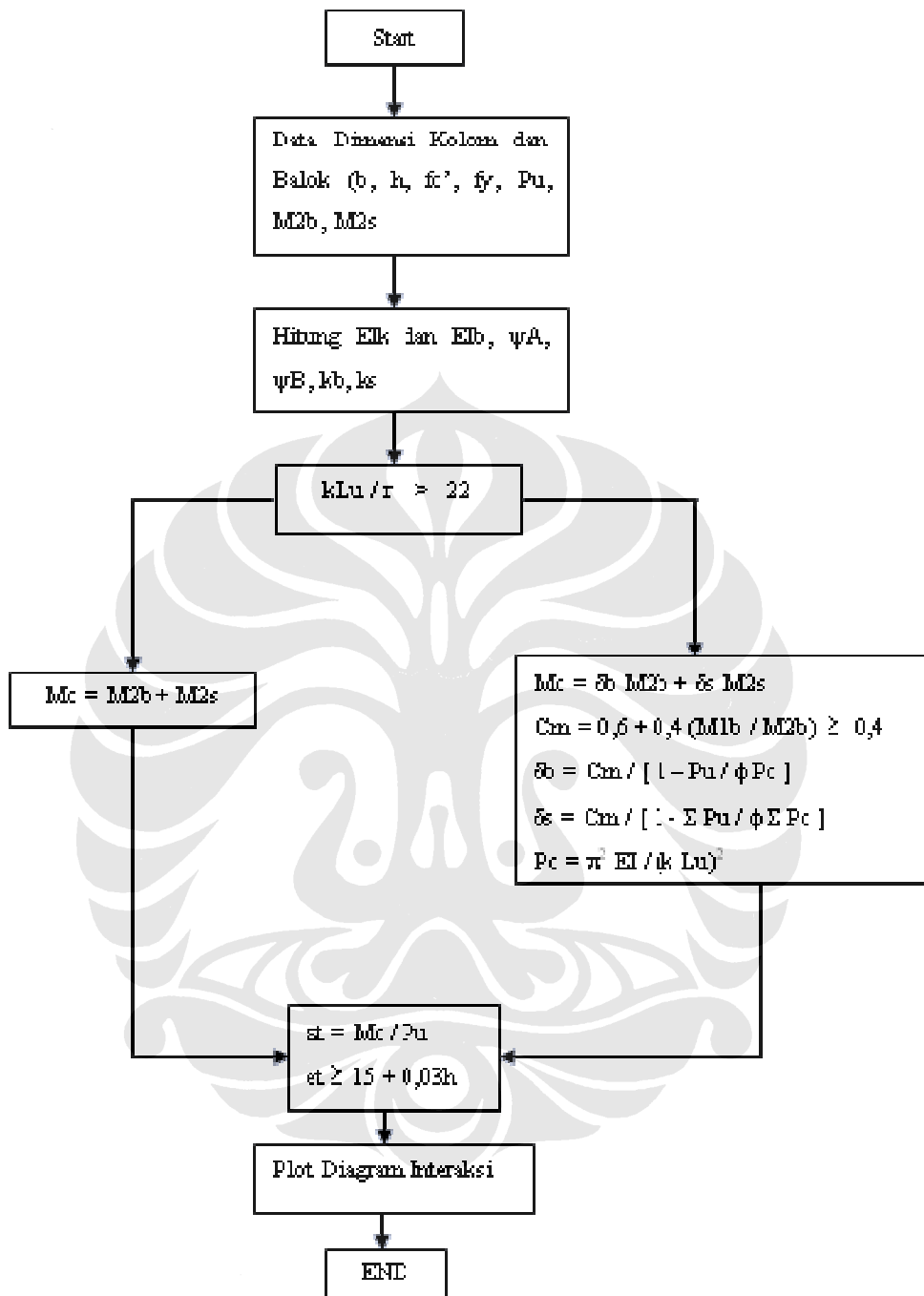
$$\spadesuit A_v = \frac{600 \cdot 181,255}{3 \cdot 400}$$

$$\spadesuit A_v = 90,627 \text{ mm}^2$$

$$\frac{75 \sqrt{f_c'} b_w s}{1200 f_y} > \frac{b_w s}{3 f_y}$$

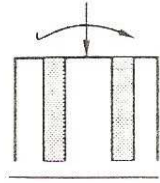
100,530 > 90,627.....Ok

## Flow Chart Untuk Perhitungan Kolom

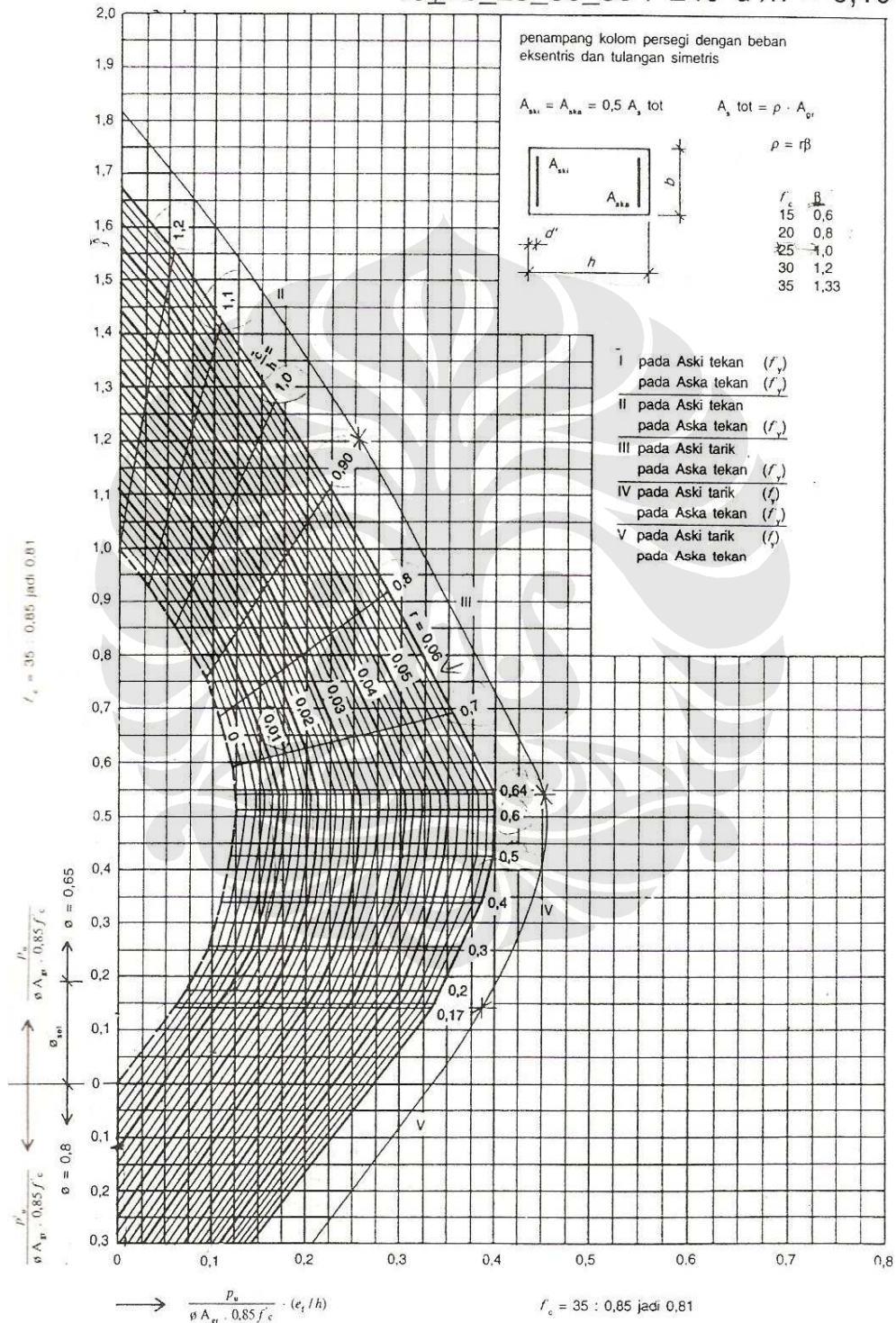


Sumber  
R.Sagel, P Kole, Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta, 1994

Gambar 4.2 *Flow Chart* Untuk Perhitungan Kolom



15\_20\_25\_30\_35 / 240  $d'/h = 0,10$



Grafik 4.37 Tulangan pada Dua Sisi Kolom

### IV.3.3 Perhitungan Pembesaran Momen

⊙ Kolom

$$EI_k = \frac{0,4.E_c.0,70I_g}{1+\beta_d} \dots\dots\dots \text{SNI 03 - 2847 - 2002 hal 79}$$

asumsi  $\beta_d = 0,6$

$$E_c = 4700.\sqrt{f_c'} = 4700.\sqrt{35} = 27805,574 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12}.800.800^3 = 3,41 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$E_c.0,70I_g = 27805,574 \times 0,70 \times 3,41 \times 10^{10} = 6,63719 \times 10^{14} \text{ N.mm}^2 = 663719 \text{ kN.m}^2$$

$$EI_k = \frac{0,4.E_c.0,70I_g}{1+\beta_d} = \frac{0,4.(663719)}{1+0,6} = 165929,75 \text{ kNm}^2$$

⊙ Kolom

$$EI_k = \frac{0,4.E_c.0,70I_g}{1+\beta_d} \dots\dots\dots \text{SNI 03 - 2847 - 2002 hal 79}$$

asumsi  $\beta_d = 0,6$

$$E_c = 4700.\sqrt{f_c'} = 4700.\sqrt{35} = 27805,574 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12}.800.800^3 = 3,41 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$E_c.0,70I_g = 27805,574 \times 0,70 \times 3,41 \times 10^{10} = 6,63719 \times 10^{14} \text{ N.mm}^2 = 663719 \text{ kN.m}^2$$

$$EI_k = \frac{0,4.E_c.0,70I_g}{1+\beta_d} = \frac{0,4.(663719)}{1+0,6} = 165929,75 \text{ kNm}^2$$

⊙ Balok

$$EI_b = \frac{0,2.E_c.0,7I_g}{1+\beta_d}$$

asumsi  $\beta_d = 0,6$

$$E_c = 27805,574 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12}.600.800^3 = 2,56 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$E_c.0,7I_g = 27805,574 \times 0,7 \times 2,56 \times 10^{10} = 4,98275 \times 10^{14} \text{ N.mm}^2 \sim 498275 \text{ kN.m}^2$$

$$EI_b = \frac{0,2.E_c.0,7I_g}{1+\beta_d} = \frac{0,2.(498275)}{1+0,6} = 62284,375 \text{ kNm}^2$$

Untuk menentukan panjang tekuk dari kolom akan diterapkan dengan menggunakan grafik alignment

kolom bawah :  $\psi = 0$  (jepit)

$$\text{kolom atas : } \psi = \frac{\left(\frac{EI_k}{l_k}\right) + \left(\frac{EI_k}{l_k}\right)}{\left(\frac{EI_b}{l_b}\right)} = \frac{\left(\frac{166084}{4,8}\right) + \left(\frac{166084}{3,8}\right)}{\left(\frac{62284,375}{10}\right)} = 12,57$$

Dari diagram nomogram didapat  $k = 1,75$

$$l_c = k.l_u = 1,75 \times 4,8 = 8,4 \text{ m}$$

Pada SNI 03 - 2847 - 2002, dikatakan pengaruh kelangsingan pada komponen struktur tekan boleh diabaikan pada rangka bergoyang, apabila dipenuhi :

$$\frac{kl_u}{r} < 22 \quad \text{dimana } \rightarrow r = 0,3.h$$

$$\frac{8,4}{0,3 \times 0,80} < 22$$

$$35 > 22$$

perlu memperhitungkan dengan momen yang diperbesar

⊙ Cara Menghitung Momen yang diperbesar

$$\delta_s M_s = \frac{M_s}{1 - \frac{\sum P_u}{0,75 \sum P_c}} \geq M_s \dots \dots \dots \text{SNI 03 - 2847 - 2002 hal 123}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{0,75 \sum P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{15860,4514}{0,75 \times 530502,426}} = 1,030$$

$$\spadesuit \sum P_c = 4 \times P_c = 4 \times 132625,60 = 530502,426$$

$$\spadesuit P_{c1} = \frac{\pi^2 E_c I_g}{(k.l_u)^2} = \frac{\pi^2 948170}{(8,4)^2} = 132625,60 \text{ kN}$$

$$\spadesuit \sum P_u = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$\spadesuit \sum P_u = 2828,0058 + 5102,2199 + 5102,2199 + 2828,0058 = 15860,4514 \text{ kN}$$

⊙ Cara Menghitung Momen yang diperbesar

$$M_1 = M_{1s} + \delta_s . M_{1s}$$

$$M_1 = -104,714 + (1,030 \times -104,714)$$

$$M_1 = -212,569$$

$$M_1 = M_{1s} + \delta_s . M_{1s}$$

$$M_2 = 167,31 + (1,030 \times 167,31)$$

$$M_2 = 339,6393$$

### IV.3.4 Perhitungan Tulangan Lentur Kolom

Asumsi Kolom berpenampang persegi portal I

Asumsi

- Balok = 800 x 800 mm
- $f'_c = 35$  Mpa
- $f_y = 400$  Mpa
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm

♣ Kolom C 1

$$M_u = 339,6393 \text{ kNm}$$

$$P'_u = 2815,345 \text{ kN}$$

$$e_t = \frac{339,6393}{2815,34} = 0,1206 \text{ m} = 120 \text{ mm}$$

$$e_{t \min} = (15 + 0,03h) = (15 + (0,03 \times 600)) = 33 \text{ mm} < 120 \text{ mm}$$

$$A_{gr} = 800 \times 800 = 640000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{P'_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} = \frac{2815345}{0,65 \times 640000 \times 0,85 \times 35} = 0,22$$

$$\frac{e_t}{h} = \frac{120}{800} = 0,15$$

$$\frac{P'_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{e_t}{h} = 0,22 \times 0,15 = 0,033$$

$$\text{ditetapkan } \frac{d'}{h} = 0,10$$

Menurut grafik tulangan pada dua sisi kolom, didapat :

$$r = 0,018$$

$$\text{untuk } f'_c = 35, \quad \beta = 1,33$$

$$\rho = r \cdot \beta = 0,018 \times 1,33 = 0,023$$

$$A_{st} = \rho \cdot A_{gr} = 0,023 \times 640000 = 14720 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ki}} = A_{s_{ka}} = 0,5 A_{st} = 7360 \text{ mm}^2$$



### IV.3.5 Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Asumsi Kolom berpenampang persegi portal I

Asumsi

- Balok = 800 x 800 mm
- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Selimut Beton = 40 mm
- D Tulangan Balok = 22 mm
- D Tulangan Sengkang = 8 mm

♣ Kolom C 1

$$V_u = 67,8915 \text{ kN}$$

$$P'_u = 2815,345 \text{ kN}$$

$$A_{gr} = 800 \times 800 = 640000 \text{ mm}^2$$

♣ Cek kapasitas Geser Kolom

$$V_c = \left( 1 + \frac{P_u}{1,4A_{gr}} \right) \left( \sqrt{f_c} / 6 \right) b_w \cdot d$$

$$V_c = \left( 1 + \frac{2815345}{1,4 \times 640000} \right) \left( \sqrt{35} / 6 \right) 800 \cdot 741$$

$$V_c = 2421108,679 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 2421108,679 = 1815831,509 \text{ N} \sim 1815,831 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 907915,755 \text{ N} \sim 907,915 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c < \phi V_c > V_u \dots\dots\dots \text{perlu tulangan geser minimum}$$

$$\varnothing \text{ sengkang } 8 \text{ mm} \rightarrow A_{v_{\min}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 = 100,530 \text{ mm}^2$$

$$\spadesuit A_{v_{\min}} = \frac{75 \sqrt{f_c'} b_w \cdot s}{1200 f_y}$$

$$\spadesuit 100,530 = \frac{75 \sqrt{35} \cdot 600 \cdot s}{1200 \cdot 400}$$

$$\spadesuit s = 181,255 \text{ mm}$$

$$\spadesuit A_v = \frac{b_w \cdot s}{3 f_y}$$

$$\spadesuit A_v = \frac{600 \cdot 181,255}{3 \cdot 400}$$

$$\spadesuit A_v = 90,627 \text{ mm}^2$$

$$\frac{75 \sqrt{f_c'} b_w \cdot s}{1200 f_y} > \frac{b_w \cdot s}{3 f_y}$$

100,530 > 90,627.....Ok

Tabel 4.25 Perbandingan Luas Tulangan Manual dan Luas Tulangan ETABS

	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )					
	Longitudinal			Shear		
	Manual	ETABS	Deviasi (%)	Manual	ETABS	Deviasi (%)
Balok						
Momen Tump i (Top)	1640,6	1624,5	0,98	100,53	0	0
Momen Tump i (Bottom)	1640,6	953,4	41,89			
Momen Tump j (Top)	1791,7	1636,6	8,66	100,53	0	0
Momen Tump j (Bottom)	1640,6	1077,1	34,34			
Momen Lapangan (Top)	1640,6	1624,5	0,98			
Momen Lapangan (Bottom)	1640,6	1624,5	0,98			
Kolom	7360,0	6400,0	13	100,53	0	0