

## ANALISIS GAYA DAN MOMEN YANG TERJADI DI SEKITAR ELEMEN *CHORD* DAN BALOK KOLEKTOR AKIBAT GAYA GEMPA PADA BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI

Egan<sup>1</sup> dan Edison Leo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
Email: paturangsangeegan@gmail.com

<sup>2</sup> Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
Email: edisonl@ft.untar.ac.id

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang gencar melaksanakan pembangunan. Sebagai negara kepulauan, Indonesia juga terletak diantara 3 lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australian, lempeng Eurasia dan lempeng Pasific sehingga mengakibatkan Indonesia rawan terkena bencana gempa bumi. Dalam menghadapi guncangan seismik, bangunan harus di desain untuk bertindak sebagai satu kesatuan untuk menahan guncangan seismik. Sistem penahan gaya seismik terdiri dari elemen vertikal, elemen horizontal, dan pondasi. Elemen Horizontal umumnya terdiri dari diafragma, elemen chords, elemen kolektor. Diafragma memiliki fungsi sebagai penahan gaya gravitasi dan menyediakan tahanan lateral untuk elemen-elemen vertikal. Penelitian ini meneliti hasil analisis gaya dan momen yang terjadi di daerah elemen chords / balok kolektor akibat gaya gempa dengan menggunakan metode SNI 1726 : 2012 dan bantuan program ETABS 2016. Model yang digunakan adalah bangunan beraturan 8 lantai dengan sistem rangka bangunan dinding geser beton bertulang khusus yang terletak di Bekasi. Hasil analisis diperoleh, untuk elemen chords, pada daerah tarik diperlukan tulangan sedangkan daerah tekan tidak diperlukan tulangan. Untuk elemen kolektor balok b57, b59, b2 pada lantai 8, 7, dan 6 serta balok b27 pada lantai 8 diperlukan tulangan lentur. Untuk desain terhadap geser, diafragma tidak memerlukan tulangan geser.

Kata Kunci : Gaya seismik, Diafragma, Chords, Collector, tulangan

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang gencar melaksanakan pembangunan termasuk di kota-kota besar seperti Bekasi. Terbatasnya lahan yang ada serta meningkatnya kebutuhan akan perkantoran menjadikan fokus pembangunan pada era sekarang ini ialah bangunan bertingkat tinggi. Indonesia juga merupakan negara kepulauan yang terletak diantara 3 lempeng tektonik dunia, yaitu Lempeng *Indo-Australian*, Lempeng *Eurasia* dan Lempeng *Pasific* yang apabila bertemu dapat menghasilkan tumpukan energi yang memiliki ambang batas tertentu sehingga menjadikan Indonesia menjadi negara yang rawan akan terjadinya bencana bumi.

Sistem Struktur bangunan terbagi menjadi 2 macam, yaitu sistem struktur atas (balok, kolom, *shearwall*, pelat lantai) dan sistem struktur bawah (pondasi). Pada sistem struktur bawah, gaya gempa lateral yang terjadi langsung ditahan oleh pondasi, sedangkan pada sistem struktur atas, terbagi menjadi 2 elemen penahan gaya gempa lateral, yaitu oleh elemen vertikal struktur dan elemen horizontal struktur. Elemen vertikal struktur adalah semua elemen vertikal yang berada diantara pondasi dengan suatu level ketinggian yang bertugas menyalurkan beban gravitasi maupun gaya gempa dari lantai bangunan paling atas menuju pondasi. Sedangkan elemen horizontal struktur biasanya berupa diafragma seperti elemen *chords* dan elemen kolektor pada pelat lantai. Elemen *chords* merupakan daerah pada pelat lantai (*tension / compression*) yang terletak tegak lurus dengan arah gaya gempa yang terjadi sedangkan elemen kolektor merupakan daerah pada pelat lantai (bisa berupa balok) yang terletak searah dengan arah gaya gempa yang terjadi.

Mengacu pada gempa yang terjadi di *Northridge, Los Angeles*, tahun 1994, para ahli mengatakan hampir semua kegagalan struktur pada bangunan yang terjadi ialah kegagalan di daerah sambungan antara elemen *chord* dan balok kolektor dengan elemen vertikal (kolom maupun *shearwall*) sehingga dalam perencanaan diafragma sekarang ini harus menyertakan perhitungan gaya desain diafragma agar tidak terjadi kembali kegagalan pada daerah sambungan antara elemen *chord* dan balok kolektor dengan elemen vertikal (kolom maupun *shearwall*).

## Batasan Masalah

Dalam penyusunan makalah ini, ruang lingkup dan batasan masalah yang dibahas adalah:

1. Pemodelan struktur diasumsi oleh penulis dengan ukuran 20 m x 20 m dibuat tanpa basement dan terdiri dari 8 lantai.
2. Gedung yang dimodelkan adalah gedung beraturan.
3. Gedung diasumsikan sebagai apartemen. Bangunan diasumsikan di kota Bekasi dengan jenis tanah lunak. Sistem penahan gaya seismik digunakan Sistem Rangka Bangunan dengan Dinding Geser Beton Bertulang Khusus.
4. Hasil output yang ditampilkan adalah analisis gaya normal, gaya geser, dan momen lentur yang terjadi akibat gaya gempa disekitar elemen *chords* dan balok kolektor.
5. Analisis yang ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan program ETABS 2016.
6. Jenis perletakan yang digunakan adalah jepit.
7. Fungsi ruangan diabaikan.
8. Metode analisis beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis statis dan metode analisis dinamik (analisis ragam respons spektrum).

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menghitung analisis gaya aksial yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma dengan menggunakan program ETABS 2016?
2. Bagaimana menghitung analisis gaya geser yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma dengan menggunakan program ETABS 2016?
3. Bagaimana menghitung analisis momen lentur yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma dengan menggunakan program ETABS 2016?

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung analisis gaya aksial yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma.
2. Menghitung analisis gaya geser yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma.
3. Menghitung analisis momen lentur yang terjadi akibat gaya gempa di sekitar elemen *chords* dan balok kolektor akibat gaya gempa pada diafragma.

## 2. DASAR TEORI

### Metode Analisis Beban Gempa

Metode analisis statis ekuivalen adalah suatu representasi dari beban gempa setelah disederhanakan dan dimodifikasi, dimana gaya inersia yang bekerja pada suatu massa akibat gempa disederhanakan menjadi gaya horizontal (Widodo, 2001). Menentukan besarnya gaya lateral akibat gaya gempa atau yang biasa disebut beban geser dasar (*base shear*) yang disimbolkan dengan (*V*) sebagaimana diketahui beban gempa sesungguhnya bersifat dinamik yang berubah menurut waktu.

Metode analisis dinamik adalah suatu perhitungan beban gempa yang lebih kompleks perhitungannya dibanding metode analisis statis. Pada penelitian ini, metode analisis dinamik yang digunakan adalah analisis ragam spektrum respons (*Response Spektrum Modal Analysis*). Analisis ini digunakan untuk struktur gedung yang berperilaku elastis penuh, dimana pada suatu model matematik dari struktur diberlakukan suatu spektrum respons dari gempa rencana yang kemudian ditentukan respons struktur terhadap pengaruh suatu gempa melalui superposisi dari respons tiap ragamnya. Bila respons dinamik struktur gedung dinyatakan dalam gaya geser dasar (*V<sub>t</sub>*), maka persyaratan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$V_t \geq 0,85 V_I$$

Keterangan :

*V<sub>I</sub>* = gaya geser dasar nominal sebagai respons ragam pertama atau yang didapat dari prosedur analisis gaya lateral ekuivalen terhadap pengaruh gempa rencana.

Oleh karena itu, berdasarkan SNI 03-1726-2012, gaya geser tingkat nominal akibat pengaruh gempa rencana sepanjang tinggi struktur gedung dari hasil analisis ragam respons spektrum dalam suatu arah tertentu harus dikalikan nilainya dengan suatu faktor skala, penentuan faktor skala dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$\text{Faktor skala} = \frac{0,85 \times V1}{V} \geq 1$$

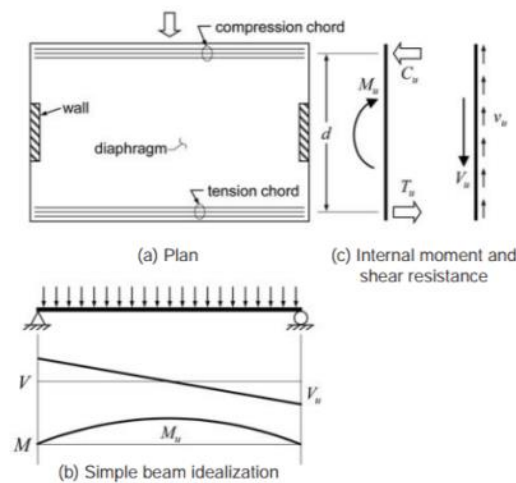
Keterangan :

V1 = gaya geser dari analisis gaya lateral ekuivalen

V = gaya geser dasar dari kombinasi ragam yang diisyaratkan

### Komponen Diafragma

Macam bentuk-bentuk diafragma yaitu diafragma pelat, *chords*, kolektor (yang juga dikenal sebagai *drag struts* atau distributor) dan penyambung elemen vertikal. Perbedaan bentuk tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan beban yang bekerja pada diafragma. Gambar 1. mengilustrasikan model sederhana dari diafragma dalam menahan beban *in plane*.



Gambar 1. *Tension and Compression Chords*

### Gaya Desain Diafragma

Diafragma lantai dan atap harus didesain untuk menahan gaya gempa desain dari analisis struktur, tetapi tidak boleh kurang dari yang ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$F_{px} = \frac{\sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n w_i} \times W_{px}$$

Keterangan :

F<sub>px</sub> = Gaya desain diafragma

F<sub>i</sub> = Gaya desain yang diterapkan di tingkat i

W<sub>i</sub> = Tributari berat sampai tingkat i

W<sub>px</sub> = Tributari berat sampai diafragma di tingkat x

Gaya yang ditentukan tidak boleh kurang dari :

$$F_{px} = 0.2 \times S_{DS} \times I_e \times W_{px}$$

dan tidak boleh melebihi :

$$F_{px} = 0.4 \times S_{DS} \times I_e \times W_{px}$$

### Desain Elemen Chords

Gaya tarik dan tekan dari elemen *chords* dapat dihitung sebagai berikut :

$$C_u = T_u = \frac{M_u}{d}$$

Dimana untuk tulangan *non-prestress* terkonsentrasi dekat tepi diafragma, persamaan untuk luas tulangan dari gaya tarik chord, menggunakan  $\phi = 0,9$ , adalah :

$$A_s = \frac{T_u}{\phi \times f_y}$$

Sebelum edisi 2008, ACI 318, gaya tekan *chords* wajib menggunakan tulangan pengikat jika kuat tekan stress melebihi  $0.2f_c$ . Persyaratan ini dihilangkan di Edisi 2008 kecuali untuk elemen diafragma yang digunakan untuk mentransfer diafragma geser atau gaya lentur di sekitar pelat *openings* atau bangunan yang memiliki ketidakberaturan.

### Desain Geser Diafragma

Setiap bagian dari diafragma harus di desain terhadap kekuatan geser ( $V_u$ ) dimana desain tersebut tidak lebih besar dari desain geser terfaktor ( $\phi V_n$ ). Untuk diafragma yang memiliki tulangan *chords* di daerah *tension*, maka kekuatan geser terfaktor terdistribusi merata sepanjang lebar diafragma. Besar nilai  $\phi = 0.75$ . Besar  $V_n$  dapat dihitung sesuai rumus berikut :

$$V_n = 0.66 \times A_{cv} \times \sqrt{f'_c}$$

Penulangan geser dapat ditempatkan di mana saja di dalam pelat dengan batas selimut beton yang diperlukan. Beberapa ahli menentukan penulangan bawah yang terus menerus yang memenuhi persyaratan geser dan lentur diafragma. Jika hal ini dilakukan, maka luasan tulangan total adalah jumlah area diperlukan untuk momen dan geser.

### Desain Elemen Kolektor

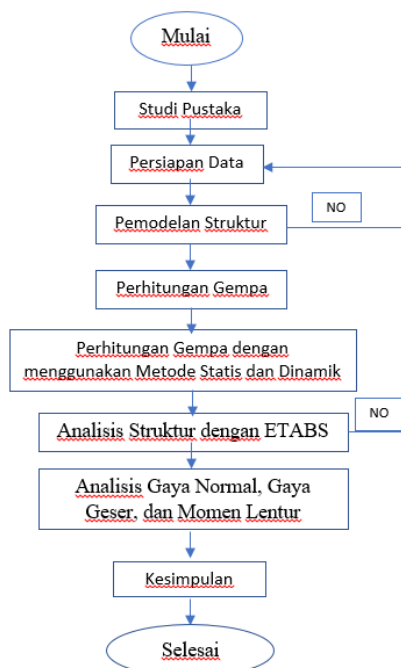
Persyaratan ini berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan diproporsikan terutama untuk menahan lentur. Komponen struktur rangka ini juga harus menahan gaya tekan aksial :

$$P_u \leq 0.1 \times A_g \times f'_c$$

Jika sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya tekan aksial terfaktor  $P_u$  akibat kombinasi beban melebihi  $0.1 \times A_g \times f'_c$ , maka penulangan lentur komponen struktur rangka ini harus memenuhi kondisi sebagai elemen kolom.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut seperti gambar 2.:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah :

1. Studi Literatur  
Pengumpulan teori yang mendukung untuk analisis elemen *chord* dan balok kolektor dengan panduan program ETABS
2. Pemodelan Struktur  
Membuat model dan *modifier* bangunan yang digunakan dalam analisis sesuai dengan SNI 1726:2012
3. Perencanaan dan Analisis  
Menghitung pradimensi penampang sesuai SNI 2847:2013, keberaturan gedung, dan gaya gempa desain yang digunakan sesuai SNI 1726:2012.
4. Hasil Penelitian  
Hasil perhitungan konvensional dan *ouput* program ETABS
5. Analisis Hasil  
Mengetahui kebutuhan tulangan pada daerah elemen *chord* dan balok kolektor akibat gaya gempa

#### 4. HASIL DAN ANALISIS

##### Analisis Beban Gempa

Untuk pengecekan gedung beraturan, digunakan beban gempa berdasarkan analisis statis ekuivalen karena gaya gempa berdasarkan analisis dinamik lebih kecil. Tabel analisis beban gempa dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Beban Gempa

Story	Diaph	Analisis Statis Ekuivalen										Analisis Dinamik									
		Hi	Mi	MI*Hi/k	Lateral Force		Shear Force		Shear Force		Shear Force dari ETABS		Faktor skala X	Faktor skala Y	Factored Dynamic	Factored Dynamic	Shear Force		Lateral Force		
					Fi x	Fi y	Vi x	Vi y	0.85 Vi x	0.85 Vi y	Vi x	Vi y	FS	FS	Vi x	Vi y	Vi x	Vi y	Fi-x	Fi-y	
		(m)	(KN)	(KN m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	FS	FS	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Dak Beton	D1	28	4183.2218	450900.2	648.99	648.99	648.99	648.99	551.64	551.64	504.2435	504.2435	1.298723	1.298723	654.87	654.87	654.87	654.87	654.87	654.87	
LT 8	D1	24.5	5717.8698	510919.7	735.38	735.38	1384.36	1384.36	1176.71	1176.71	948.1908	948.1908	1.298723	1.298723	1231.44	1231.44	1231.44	1231.44	576.56	576.56	
LT 7	D1	21	5717.8698	411456.8	592.22	592.22	1976.58	1976.58	1680.09	1680.09	1246.49	1246.49	1.298723	1.298723	1618.84	1618.84	1680.09	1680.09	448.66	448.66	
LT 6	D1	17.5	5717.8698	318502.0	458.43	458.43	2435.01	2435.01	2069.76	2069.76	1480.358	1480.358	1.298723	1.298723	1922.57	1922.57	2069.76	2069.76	389.66	389.66	
LT 5	D1	14	5780.0535	235340.8	338.73	338.73	2773.74	2773.74	2357.68	2357.68	1688.346	1688.346	1.298723	1.298723	2192.69	2192.69	2357.68	2357.68	287.92	287.92	
LT 4	D1	10.5	5850.6949	159035.2	228.90	228.90	3002.64	3002.64	2552.24	2552.24	1876.086	1876.086	1.298723	1.298723	2436.52	2436.52	2552.24	2552.24	194.57	194.57	
LT 3	D1	7	5850.6949	89984.7	129.52	129.52	3132.16	3132.16	2662.33	2662.33	2016.707	2016.707	1.298723	1.298723	2619.14	2619.14	2662.33	2662.33	110.09	110.09	
LT 2	D1	3.5	5850.6949	33991.0	48.92	48.92	3181.08	3181.08	2703.92	2703.92	2081.982	2081.982	1.298723	1.298723	2703.92	2703.92	2703.92	2703.92	41.59	41.59	
LT 1	D1	0	430.5763	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sigma			45099.54570	2210130.41565	3181.07934	3181.07934															

##### Gaya Desain Diafragma

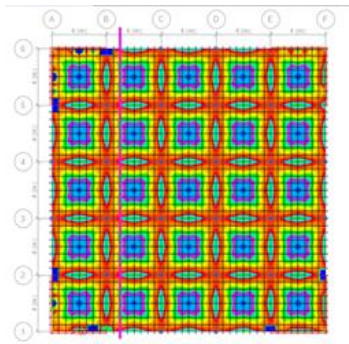
Untuk pengecekan elemen *chord* dan balok kolektor, maka digunakan beban gempa desain diafragma sesuai tabel 2 yang di *input* kedalam ETABS sesuai dengan lantai yang sedang di tinjau.

Tabel 2. Gaya Desain Diafragma

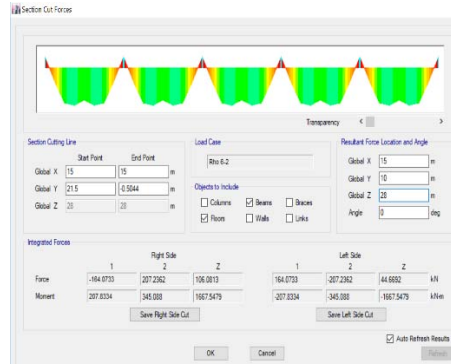
Story	Diafragma	Wi	Wi Kumulatif	Fi-x	Fi-y	Fi-x Kumulatif	Fi-y Kumulatif	Fpx	Fpy	Fp min	Fp max	Fpx Desain	Fpy Desain
Dak Beton	D1	4183.222	4183.2218	648.99	648.99	648.99	648.99	648.9885	648.9885	507.8431	1015.686253	648.9885084	648.9885084
LT 8	D1	5717.87	9901.0916	735.38	735.38	1384.36	1384.36	799.4688	799.4688	694.1494	1388.298787	799.4688165	799.4688165
LT 7	D1	5717.87	15618.9614	592.22	592.22	1976.58	1976.58	723.597	723.597	694.1494	1388.298787	723.5969736	723.5969736
LT 6	D1	5717.87	21336.8312	458.43	458.43	2435.01	2435.01	652.536	652.536	694.1494	1388.298787	652.5360039	652.5360039
LT 5	D1	5780.054	27116.8847	338.73	338.73	2773.74	2773.74	591.2311	591.2311	701.6985	1403.39699	591.2311388	591.2311388
LT 4	D1	5850.695	32967.5796	228.90	228.90	3002.64	3002.64	532.8727	532.8727	710.2744	1420.548722	532.8727225	532.8727225
LT 3	D1	5850.695	38818.2745	129.52	129.52	3132.16	3132.16	472.0788	472.0788	710.2744	1420.548722	472.0788344	472.0788344
LT 2	D1	5850.695	44668.9694	48.92	48.92	3181.08	3181.08	416.6544	416.6544	710.2744	1420.548722	416.6544452	416.6544452
LT 1	D1	430.5763	45099.5457	0.00	0.00	3181.08	3181.08	30.37054	30.37054	52.27196	104.5439256	30.3705359	30.3705359

##### Hasil Penulangan Elemen *Chord* Akibat Gaya Gempa Terkombinasi Arah X

Dilakukan *section cut* sebanyak 3 potongan, untuk akibat gaya gempa arah X sejarak 5m (gambar 3 dan 4), 10m, dan 15m dari pinggir kiri agar mendapatkan hasil gaya dan momen yang terjadi disekitar elemen *chord* dan balok kolektor. Jarak tulangan diambil 300mm.



Gambar 3. *Section Cut 1*



Gambar 4. *Section Cut Forces 1*

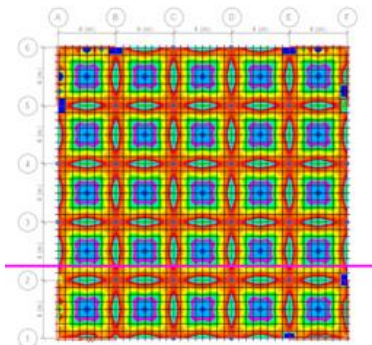
Hasil penulangan daerah tension elemen *chord* dapat dilihat pada tabel di bawah ini sedangkan untuk daerah compression tidak diperlukan tulangan dikarenakan bentuk bangunan yang merupakan bangunan beraturan.

Tabel 3. Penulangan daerah *Tension*

CHORD						
Tension						
Lantai	Location Section Cut	Mu/d (KN)	As (mm <sup>2</sup> )	Diameter (mm)	Tulangan	n Tulangan
Dak Beton	1	17.858535	49.607042	16	0.246850327	2
	2	48.66344	135.17622	16	0.67265238	2
	3	83.377285	231.60357	16	1.152485915	2
8	1	51.936295	144.26749	16	0.717891551	2
	2	107.3471	298.18639	16	1.483809658	2
	3	150.7575	418.77083	22	1.102202541	2
7	1	79.44505	220.68069	16	1.098132437	2
	2	120.09571	333.59919	16	1.660027839	2
	3	162.54965	451.52681	22	1.18841608	2
6	1	66.400325	184.44535	16	0.917821194	2
	2	97.63832	271.21756	16	1.349609651	2
	3	139.50826	387.52294	16	1.928358601	2
5	1	50.39427	139.98408	16	0.696576848	2
	2	68.589425	190.52618	16	0.948080118	2
	3	112.76719	313.24218	16	1.558729004	2
4	1	26.31041	73.084472	16	0.363676713	2
	2	41.70044	115.83456	16	0.576406029	2
	3	82.799745	229.99929	16	1.144502845	2
3	1	6.422505	17.840292	16	0.088775337	2
	2	0.44643	1.2400833	16	0.006170797	2
	3	41.948165	116.52268	16	0.579830218	2
2	1	61.022045	169.50568	16	0.8434797	2
	2	7.590835	21.085653	16	0.104924626	2
	3	22.038715	61.218653	16	0.304631035	2

### Hasil Penulangan Elemen *Chord* Akibat Gaya Gempa Terkombinasi Arah Y

Dilakukan *section cut* sebanyak 3 potongan, untuk akibat gaya gempa arah Y sejarak 5m (gambar 5 dan 6), 10m, dan 15m dari pinggir bawah agar mendapatkan hasil gaya dan momen yang terjadi disekitar elemen *chord* dan balok kolektor. Jarak tulangan diambil 300mm.



Gambar 5. *Section Cut 1*



Gambar 6. *Section Cut Forces 1*



Hasil penulangan daerah tension elemen *chord* dapat dilihat pada tabel di bawah ini sedangkan untuk daerah compression tidak diperlukan tulangan dikarenakan bentuk bangunan yang merupakan bangunan beraturan.

Tabel 4. Penulangan daerah *Tension*

CHORD						
Tension						
Lantai	Location Section Cut	Mu/d (KN)	As (mm <sup>2</sup> )	Diameter (mm)	Tulangan	n Tulangan
Dak Beton	1	17.84188	49.56078	16	0.246620112	2
	2	48.75329	135.4258	16	0.673894335	2
	3	83.411165	231.6977	16	1.152954223	2
8	1	52.292025	145.2556	16	0.722808644	2
	2	107.265895	297.9608	16	1.482687199	2
	3	150.43141	417.865	22	1.099818465	2
7	1	78.784735	218.8465	16	1.089005206	2
	2	119.96575	333.2382	16	1.658231461	2
	3	162.901825	452.5051	22	1.190990866	2
6	1	64.110075	178.0835	16	0.886164121	2
	2	97.23866	270.1074	16	1.344085335	2
	3	141.12983	392.0273	16	1.950772818	2
5	1	56.362965	156.5638	16	0.779079377	2
	2	67.62558	187.8488	16	0.934757331	2
	3	109.497305	304.1592	16	1.513530954	2
4	1	25.2513	70.1425	16	0.349037122	2
	2	40.59684	112.769	16	0.561151473	2
	3	83.94807	233.1891	16	1.160375614	2
3	1	9.85989	27.38858	16	0.136288731	2
	2	1.460345	4.056514	16	0.020185678	2
	3	43.467185	120.7422	16	0.600826933	2
2	1	59.26024	164.6118	16	0.819127079	2
	2	8.418365	23.38435	16	0.116363193	2
	3	22.970225	63.80618	16	0.31750687	2

### Penulangan Geser

Untuk menghitung penulangan geser akibat gaya gempa terkomposisi arah X (tabel 5) dan Y (tabel 6) diambil *section cut* yang menghasilkan gaya F22 terbesar, yaitu pada jarak 10 m dari pinggir kiri dan bawah.

Tabel 5. Penulangan Geser Diafragma

Shear Reinforcement Checking							
Lantai	Location	L (m)	Vu (F22) (KN)	Vu/Phi (KN)	Concrete Shear (Vn) (KN)	Shear Reinforcement (Vs) (KN)	Reinforcement Needed (Cm <sup>2</sup> / m)
8	2	20	297.085	396.113333	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
7	2	20	207.2362	276.314933	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
6	2	20	224.4828	299.3104	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
5	2	20	339.3941	452.525467	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
4	2	20	351.6511	468.868133	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
3	2	20	162.589	216.785333	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
2	2	20	279.8925	373.19	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
1	2	20	277.8123	370.4164	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU

Tabel 6. Penulangan Geser Diafragma

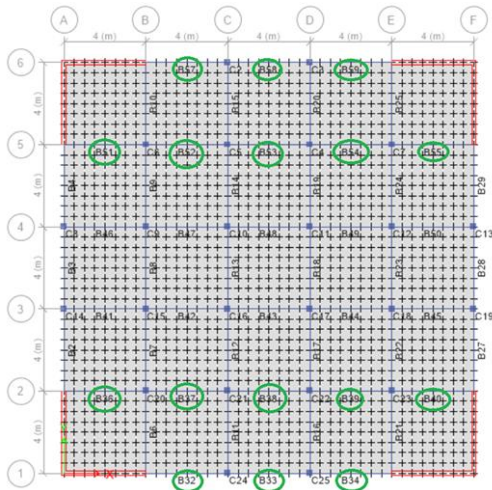
Shear Reinforcement Checking							
Lantai	Location	L (m)	Vu (F22) (KN)	Vu/Phi (KN)	Concrete Shear (Vn) (KN)	Shear Reinforcement (Vs) (KN)	Reinforcement Needed (Cm <sup>2</sup> / m)
8	2	20	1058.0359	1410.7145	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
7	2	20	654.5412	872.7216	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
6	2	20	1059.3926	1412.5235	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
5	2	20	1005.6302	1340.8403	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
4	2	20	1073.3626	1431.1501	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
3	2	20	897.047	1196.0627	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
2	2	20	893.3488	1191.1317	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU
1	2	20	874.8621	1166.4828	6778.066649	TIDAK PERLU	TIDAK PERLU

### Pengecekan Elemen Balok Kolektor

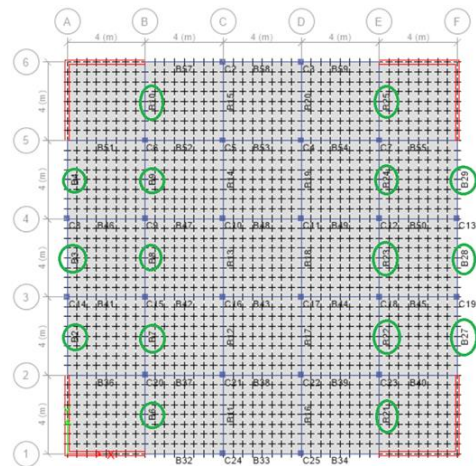
Untuk Gaya Gempa arah X, balok yang ditinjau sebagai elemen kolektor ialah balok B32, B33, B34, B36, B37, B38, B39, B40, B51, B52, B53, B54, B55, B57, B58, B59 dengan kombinasi beban terbesar akibat beban gempa arah X didapat yaitu. 1.3214 DL + LL – 2.5 EQX + 0.75 EQY (lihat gambar 7). Untuk Gaya Gempa arah Y, balok yang ditinjau sebagai elemen kolektor ialah balok B2, B3, B4, B6, B7, B8, B9, B10, B21, B22, B23, B24, B25, B27, B28, B29 dengan kombinasi beban terbesar akibat beban gempa arah X didapat yaitu. 1.3214 DL + LL – 0.75 EQX + 2.5 EQY (lihat gambar 8).

Analisis Gaya dan Momen yang Terjadi di Sekitar Elemen  
Chord dan Balok Kolektor Akibat Gaya Gempa pada  
Bangunan Bertingkat Tinggi

Egan, et al.



Gambar 7. Balok Kolektor arah X



Gambar 8. Balok Kolektor arah Y

Tabel 7. Penulangan Balok Kolektor akibat gaya gempa arah X

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0.1*Ag*f'c	Cek
Dak Beton	B32	-102.858	-102858	158243.1	80000	240000	Tidak Perlu
	B33	-88.2767	-88276.7	135810.3	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	-98.6	-98600	151692.3	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	-31.5405	-31540.5	48523.85	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-26.2916	-26291.6	40448.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-41.1907	-41190.7	63370.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	-57.7133	-57713.3	88789.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	-41.1493	-41149.3	63306.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-42.4879	-42487.9	65366	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-24.5334	-24533.4	37742.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	23.9032	23903.2	36774.15	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	22.3236	22323.6	34344	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	-22.9762	-22976.2	35348	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-85.6569	-85656.9	131779.8	80000	240000	Tidak Perlu
	B58	53.6368	53636.8	82518.15	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	57.762	57762	88864.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B32	-291.49	-291490	448446.2	80000	240000	Perlu
	B33	-122.912	-122912	189095.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	166.4084	166408.4	256012.9	80000	240000	Perlu
	B36	-15.4125	-15412.5	23711.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-21.2435	-21243.5	32682.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-27.1295	-27129.5	41737.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	-16.6942	-16694.2	25683.38	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	8.9944	8994.4	13837.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-12.3651	-12365.1	19023.23	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-5.8489	-5848.9	8998.308	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	28.7274	28727.4	44196	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	35.5138	35513.8	54636.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	25.3861	25386.1	39055.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-229.487	-229487	353056.2	80000	240000	Perlu
	B58	138.875	138875	213653.8	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	320.8469	320846.9	493610.6	80000	240000	Perlu
	B32	-265.145	-265145	407916	80000	240000	Perlu
	B33	-123.867	-123867	190564.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	125.274	125274	192729.2	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	-8.7046	-8704.6	13391.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-14.1798	-14179.8	21815.08	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-25.7154	-25715.4	39562.15	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	-23.1384	-23138.4	35597.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	5.1594	5159.4	7937.538	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-7.5738	-7573.8	11652	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	15.8493	15849.3	24383.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	33.1987	33198.7	51074.92	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	29.876	29876	45963.08	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	16.0898	16089.8	24753.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-171.053	-171053	263157.8	80000	240000	Perlu
	B58	141.7044	141704.4	218006.8	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	294.4885	294488.5	453059.2	80000	240000	Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0.1*Ag*f'c	Cek
6	B32	-253.515	-253515	390023.4	80000	240000	Perlu
	B33	-107.831	-107831	165893.2	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	127.1681	127168.1	195643.2	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	-11.0246	-11024.6	16960.92	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-15.7949	-15794.9	24299.85	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-20.7378	-20737.8	31904.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	-12.9352	-12935.2	19900.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	8.451	8451	13001.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-10.3385	-10338.5	15902.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	8.1339	8133.9	12513.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	26.6309	26630.9	40970.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	31.9202	31920.2	49108	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	19.889	19889	30598.46	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-175.027	-175027	269272.2	80000	240000	Perlu
	B58	121.5582	121558.2	187012.6	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	269.066	269066	413947.7	80000	240000	Perlu
	B32	-129.152	-129152	198695.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B33	-82.3313	-82331.3	126663.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	-40.1217	-40121.7	61725.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	10.5573	10557.3	16242	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-6.0059	-6005.9	9239.846	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-18.5812	-18581.2	28586.46	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	-25.2616	-25261.6	38864	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	-17.8565	-17856.5	27471.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	9.8635	9863.5	15174.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-11.3969	-11396.9	17533.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	51.9335	51933.5	79897.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	34.8112	34811.2	53555.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	7.7565	7756.5	11933.08	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-64.3432	-64343.2	98889.54	80000	240000	Tidak Perlu
	B58	77.2977	77297.7	118919.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	125.5964	125596.4	193225.2	80000	240000	Tidak Perlu
	B32	-188.533	-188533	290051.4	80000	240000	Perlu
	B33	-70.9776	-70977.6	109196.3	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	107.1672	107167.2	164872.6	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	-11.9906	-11990.6	18447.08	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	-12.0099	-12009.9	18476.77	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	-10.5798	-10579.8	16276.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	3.1558	3155.8	4855.077	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	13.9323	13932.3	21434.31	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-12.2751	-12275.1	18884.77	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-3.5716	-3571.6	5494.769	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	15.9361	15936.1	24517.08	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	27.6059	27605.9	42470.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	16.243	16243	24989.23	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-158.382	-158382	243664.5	80000	240000	Perlu
	B58	74.3778	74377.8	114427.4	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	179.2418	179241.8	275756.6	80000	240000	Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0.1*Ag*f'c	Cek
3	B32	-108.816	-108816	167408.8	80000	240000	Tidak Perlu
	B33	-42.2342	-42234.2	64975.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	69.1941	69194.1	106452.5	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	-9.6187	-9618.7	14798	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	5.2037	5203.7	8005.692	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	3.0971	3097.1	4764.769	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	7.7289	7728.9	11890.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	11.212	11212	17249.23	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-10.2196	-10219.6	15722.46	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-5.1285	-5128.5	7890	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	11.2898	11289.8	17368.92	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	18.19	18190	27984.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	8.967	8967	13795.38	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-118.757	-118757	182703.1	80000	240000	Tidak Perlu
	B58	40.9049	40904.9	62930.62	80000	240000	Tidak Perlu
	B59	97.0704	97070.4	149339.1	80000	240000	Tidak Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0.1*Ag*f <sub>c</sub>	Cek
2	B32	-24.4609	-24460.9	37632.15	80000	240000	Tidak Perlu
	B33	13.6089	13608.9	20936.77	80000	240000	Tidak Perlu
	B34	38.7292	38729.2	59583.38	80000	240000	Tidak Perlu
	B36	7.2366	7236.6	11133.23	80000	240000	Tidak Perlu
	B37	6.7934	6793.4	10451.38	80000	240000	Tidak Perlu
	B38	13.0427	13042.7	20065.69	80000	240000	Tidak Perlu
	B39	21.3502	21350.2	32846.46	80000	240000	Tidak Perlu
	B40	22.8671	22867.1	35180.15	80000	240000	Tidak Perlu
	B51	-12.207	-12207	18780	80000	240000	Tidak Perlu
	B52	-14.2866	-14286.6	21979.38	80000	240000	Tidak Perlu
	B53	-8.0722	-8072.2	12418.77	80000	240000	Tidak Perlu
	B54	14.073	14073	21650.77	80000	240000	Tidak Perlu
	B55	13.8021	13802.1	21234	80000	240000	Tidak Perlu
	B57	-86.1849	-86184.9	132592.2	80000	240000	Tidak Perlu
	B58	-35.6941	-35694.1	54914	80000	240000	Tidak Perlu
B59	-27.9867	-27986.7	43028.62	80000	240000	Tidak Perlu	



Tabel 8. Penulangan Balok Kolektor akibat gaya gempa arah Y

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0,1*Ag*f <sub>c</sub>	Cek
Dak Beton	B2	-32.7094	-32709.4	50322.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	33.7936	33793.6	51990.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-56.3288	-56328.8	86659.69231	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	-26.8922	-26892.2	41372.61538	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	-30.8879	-30887.9	47519.84615	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	12.0857	12085.7	18593.38462	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	28.9049	28904.9	44469.07692	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	-45.2989	-45298.9	69690.61538	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	-37.2151	-37215.1	57254	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	-49.13	-49130	75584.61538	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	-53.0329	-53032.9	81589.07692	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	-31.8887	-31888.7	49059.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	-28.731	-28731	44201.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	-85.0932	-85093.2	130912.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	-108.213	-108213	166480.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-132.558	-132558	203935.5385	80000	240000	Tidak Perlu
	B2	152.3788	152378.8	234428.9231	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	111.155	111155	171007.6923	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	148.4774	148477.4	228426.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	79.6067	79606.7	122471.8462	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	111.943	111943	172220	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	110.8281	110828.1	170504.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	111.5704	111570.4	171646.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	106.2266	106226.6	163425.5385	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	100.6462	100646.2	154840.3077	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	115.9436	115943.6	178374.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	114.7677	114767.7	176565.6923	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	115.5944	115594.4	177837.5385	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	80.0608	80060.8	123170.4615	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	156.1681	156168.1	240258.6154	80000	240000	Perlu
	B28	118.0966	118096.6	181687.0769	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	170.6255	170625.5	262500.7692	80000	240000	Perlu
7	B2	244.8536	244853.6	376697.8462	80000	240000	Perlu
	B3	113.5606	113560.6	174738.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-120.089	-120089	184752	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	12.0261	12026.1	18501.69231	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	34.3723	34372.3	52880.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	51.0095	51009.5	78476.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	-5.0222	-5022.2	7726.461538	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	-21.2731	-21273.1	32727.84615	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	8.4375	8437.5	12980.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	-28.6016	-28601.6	44002.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	-50.7245	-50724.5	78037.69231	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	-33.6113	-33611.3	51709.69231	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	-12.6816	-12681.6	19510.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	151.215	151215	232638.4615	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	-135.351	-135351	208232.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-290.046	-290046	446223.8462	80000	240000	Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0,1*Ag*f <sub>c</sub>	Cek
6	B2	143.307	143307	220472.3077	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	87.1771	87177.1	134118.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	139.3351	139335.1	214361.6923	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	79.1941	79194.1	121837.0769	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	99.6279	99627.9	153273.6923	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	96.3532	96353.2	148235.6923	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	97.3285	97328.5	149736.1538	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	99.8352	99835.2	153592.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	97.9551	97955.1	150700.1538	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	100.845	100845	155146.1538	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	98.9004	98900.4	152154.4615	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	102.5576	102557.6	157780.9231	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	76.1882	76188.2	117212.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	146.7267	146726.7	225733.3846	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	90.5372	90537.2	139288	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	157.9887	157988.7	243059.5385	80000	240000	Perlu
5	B2	108.371	108371	166724.6154	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	70.2669	70266.9	108102.9231	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-44.7114	-44711.4	68786.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	-5.9971	-5997.1	9226.307692	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	12.1651	12165.1	18715.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	26.26	26260	40400	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	34.2607	34260.7	52708.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	24.8004	24800.4	38154.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	-14.5202	-14520.2	22338.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	-17.0227	-17022.7	26188.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	-23.9713	-23971.3	36878.92308	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	-9.8979	-9897.9	15227.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	8.2157	8215.7	12639.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	42.9781	42978.1	66120.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	-95.4246	-95424.6	146807.0769	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-150.952	-150952	232233.5385	80000	240000	Tidak Perlu
4	B2	158.1711	158171.1	243340.1538	80000	240000	Perlu
	B3	60.8259	60825.9	93578.30769	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-137.408	-137408	211396.7692	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	12.9719	12971.9	19956.76923	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	19.228	19228	29581.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	17.656	17656	27163.07692	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	5.6629	5662.9	8712.153846	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	-10.7266	-10726.6	16502.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	17.1304	17130.4	26354.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	10.7704	10770.4	16569.84615	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	-9.1212	-9121.2	14032.61538	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	-20.2679	-20267.9	31181.38462	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	-13.8725	-13872.5	21342.30769	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	129.9131	129913.1	199866.3077	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	-83.0253	-83025.3	127731.2308	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-211.053	-211053	324697.3846	80000	240000	Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0,1*Ag*f <sub>c</sub>	Cek
3	B2	76.906	76906	118316.9231	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	33.3628	33362.8	51327.38462	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-101.131	-101131	155586.4615	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	7.0013	7001.3	10771.23077	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	11.8061	11806.1	18163.20777	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	9.0872	9087.2	13980.30769	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	2.1049	2104.9	3238.307692	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	-8.9954	-8995.4	13839.07692	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	13.3362	13336.2	20517.23077	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	14.0174	14017.4	21565.23077	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	5.8147	5814.7	8945.692308	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	-9.7813	-9781.3	15048.15385	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	-11.6158	-11615.8	17870.46154	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	85.7876	85787.6	131980.9231	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	-52.2992	-52299.2	80460.30769	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-125.444	-125444	192990.9231	80000	240000	Tidak Perlu

Lantai	Balok	Pu (KN)	Pu (N)	Pu/phi	Ag (mm <sup>2</sup> )	0,1*Ag*f <sub>c</sub>	Cek
2	B2	-34.1376	-34137.6	52519.38462	80000	240000	Tidak Perlu
	B3	-29.328	-29328	45120	80000	240000	Tidak Perlu
	B4	-77.8637	-77863.7	119790.3077	80000	240000	Tidak Perlu
	B6	11.3332	11333.2	17435.69231	80000	240000	Tidak Perlu
	B7	8.4822	8482.2	13049.53846	80000	240000	Tidak Perlu
	B8	-2.7035	-2703.5	4159.230769	80000	240000	Tidak Perlu
	B9	-8.6329	-8632.9	13281.38462	80000	240000	Tidak Perlu
	B10	-11.3236	-11323.6	17420.92308	80000	240000	Tidak Perlu
	B21	23.8081	23808.1	36627.84615	80000	240000	Tidak Perlu
	B22	26.5126	26512.6	40788.61538	80000	240000	Tidak Perlu
	B23	18.531	18531	28509.23077	80000	240000	Tidak Perlu
	B24	3.7264	3726.4	5732.923077	80000	240000	Tidak Perlu
	B25	-9.3931	-9393.1	14450.92308	80000	240000	Tidak Perlu
	B27	50.004	50004	76929.23077	80000	240000	Tidak Perlu
	B28	21.1243	21124.3	32498.92308	80000	240000	Tidak Perlu
	B29	-35.9679	-35967.9	55335.23077	80000	240000	Tidak Perlu

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penilaian yang sudah penulis lakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Hasil analisis program ETABS terhadap gaya aksial dan momen yang terjadi di sekitar elemen balok kolektor menunjukan bahwa :
  - Pada balok kolektor akibat beban gempa terkombinasi arah X, hampir tidak diperlukannya tulangan longitudinal pada semua balok, kecuali balok B32, B34, B57, B59 pada lantai 8, kemudian balok B32, B57, B59 pada lantai 4, 6, dan 7. Sehingga untuk menghitung tulangan longitudinal, balok-balok tersebut harus dianggap sebagai elemen kolom.
  - Pada balok kolektor akibat beban gempa terkombinasi arah Y, hampir tidak diperlukannya tulangan longitudinal pada semua balok, kecuali balok B27, B29 pada lantai 8, kemudian balok B2, B29 pada lantai 4, dan 7, serta balok b29 pada lantai 6. Sehingga untuk menghitung tulangan longitudinal, balok-balok tersebut harus dianggap sebagai elemen kolom.
- Hasil analisis *section cut* program ETABS terhadap momen yang terjadi di sekitar elemen *chords*, baik beban gempa terkombinasi akibat arah X maupun Y menunjukan diperlukannya tulangan pada bagian tarik (*tension*) elemen *chords* sedangkan pada bagian tekan (*compression*) tidak diperlukan tulangan dikarenakan model bangunan merupakan bangunan beraturan.

3. Hasil analisis *section cut* program ETABS terhadap gaya geser yang terjadi di diafragma, baik beban gempa terkombinasi akibat arah X maupun Y menunjukkan tidak diperlukannya tulangan geser dikarenakan gaya geser luar terfaktor ( $\frac{V_u}{\phi}$ ) yang terjadi disemua lantai kurang dari gaya geser penampang ( $V_n$ ).

### Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai diafragma pada model bangunan yang memiliki ketidakberaturan karena pada penelitian ini model bangunan yang digunakan hanya sebatas pada bangunan beraturan dengan bangunan 8 lantai.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai diafragma pada model bangunan yang memiliki pelat *openings* karena pada penelitian ini model bangunan yang digunakan memiliki pelat utuh.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis pengaruh variasi posisi dan dimensi *shearwall* terhadap gaya dan momen yang terjadi di daerah sekitar elemen *chords* dan elemen kolektor.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adil, V. A. 2017. Analisis Statik dan Dinamik Pada Struktur Bangunan Bertingkat Dengan Variasi Sudut Dalam Horizontal. Jakarta.
- Budiono, Bambang. "Design of 41 Story Earthquake Resistant Building With Dual System in Jakarta" in *Workshop of Seismic Design of RC Buildings with Dual System according to SDC D of SNI 1726-2012, SNI 2847-2013 and Jakarta Team of Building Structural Safety Provisions*.
- CSI Analysis Reference Manual for SAP 2000, ETABS, SAFE, and CSIBridge. 2016. Computers and Structures, Inc. California.
- Faizah, Restu. 2015. Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik *Time History* pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta. Jurnal Ilmiah Semesta Terbuka. (5 Mei 2018).
- Fauziah Nasution dan Daniel Rumbi. Perbandingan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Dinamik Ragam Spektrum Respons pada Struktur Beraturan dan Ketidakberaturan Massa sesuai RSNI 03-1726-2012. (5 Mei 2018).
- LeGrue, J. S. 2014. *Evaluation of Collector Design for Concrete Diaphragms. Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering Frontiers of Earthquake Engineering*. Alaska. (20 Februari 2018).
- Moehle, Jack. 2014. *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*. Mc Graw Hill Education. California.
- Nisius, D. D. 2017. Evaluasi Seismik Pada Rangka Portal Struktur Beton Bertulang Dengan Menggunakan Metode *Pushover Analysis*. Jakarta.
- Prijasambada dan Vifi Hafifah. Analisa Gaya Diafragma, Kord, dan Kolektor pada Bangunan Gedung sesuai dengan SNI 1726:2012. Universitas Persada Indonesia, YAI. (6 Mei 2018).
- Setiawan, Agus. 2016. *Percancangan Struktur Beton Bertulang*. Erlangga. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Untario, Edward. 2017. Perbandingan Analisis Statik dan Dinamik Pada Struktur Dengan Variasi Ketidakberaturan Massa Berdasarkan SNI 03-1726-2012. Jakarta.