

ANALISIS ELEMEN VERTIKAL PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG HOTEL *CHADSTONE* CIKARANG JAWA BARAT

Fidel Castro, Lydia Darmiyanti

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur, 13077
E-mail : fidelcastro008@gmail.com, lydiadarmiyanti@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan semakin padatnya kota DKI Jakarta, maka pertumbuhan dibidang pembangunan juga semakin bertambah untuk daerah sekitarnya. Hal ini terbukti dengan semakin gencarnya pembangunan infrastruktur maupun gedung-gedung bertingkat yang ada di kota Bekasi. Oleh sebab itu, maka pembangunan gedung-gedung bertingkat yang ada harus direncanakan dengan baik sesuai dengan peraturan yang berlaku. Berdasarkan SNI 1726–2019, Kota Bekasi termasuk kedalam wilayah gempa 2 yang merupakan daerah dengan potensi gempa yang cukup rendah, akan tetapi pengaruh gempa tetap harus diperhitungkan dalam suatu perencanaan konstruksi. Oleh karena itu dalam Tugas Akhir ini, penulis akan menganalisa struktur gedung beton bertulang di Kota Bekasi sesuai dengan peraturan gempa SNI 1726–2019 dan juga peraturan beton SNI 2847-2019. Bangunan yang ditinjau adalah hotel *Chadstone* berlantai 5 dengan konstruksi beton bertulang di Cikarang-Bekasi dengan kondisi tanah sedang. Dalam analisis, sistem pembebanan yang dikenakan pada gedung meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa. Analisis dilakukan dengan bantuan program komputer ETABS V.16.2.1. Hasil akhir berupa besarnya nilai gaya geser pada kolom akibat gaya gempa, persentase tulangan kolom akibat gaya geser yang terjadi, nilai *displacement* yang terjadi pada kolom akibat gaya gempa dan terjadi torsi atau tidaknya pada kolom struktur bangunan tersebut.

Kata kunci : elemen vertikal, gaya gempa, gaya geser, displacement, torsi

ABSTRACT

In line with the increasing density of the city of DKI Jakarta, the growth in the development sector is also increasing for the surrounding areas. This is proven by the incessant development of infrastructure and multi-storey buildings in the city of Bekasi. Therefore, the construction of existing high-rise buildings must be well planned in accordance with applicable regulations. Based on SNI 1726–2019, Bekasi City is included in earthquake area 2 which is an area with quite low earthquake potential, however the effect of the earthquake must still be taken into account in a construction plan. Therefore, in this final project, the author will analyze the structure of reinforced concrete buildings in Bekasi City in accordance with the SNI 1726-2019 earthquake regulations and also SNI 2847-2019 concrete regulations. The building being reviewed is the 5-storey Chadstone hotel with reinforced concrete construction in Cikarang-Bekasi with moderate soil conditions. In the analysis, the loading system imposed on the building includes dead loads, live loads and earthquake loads. The analysis was carried out with the help of the ETABS V.16.2.1 computer program. The final result is the magnitude of the value of the shear force on the column due to the earthquake force, the percentage of column reinforcement due to the shear force that occurs, the displacement value that occurs in the column due to the earthquake force and whether or not there is torque or not on the column structure of the building.

Keywords: vertical element, earthquake force, shear force, displacement, torque

1.PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang dihadapi negara Indonesia adalah bencana alam yaitu gempa. Pengaruh gempa terhadap perilaku struktur bangunan seperti rumah, hotel, rumah sakit, perkantoran dan lainnya sangatlah tinggi. Gempa dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur sehingga struktur tersebut tidak bisa digunakan lagi, gempa dapat mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi dan dapat mengakibatkan korban jiwa.

Maka dari itu pentingnya struktur yang kokoh dalam suatu bangunan. Tantangan atau permasalahan tersebut mendorong para Sarjana Teknik Sipil untuk mempelajari struktur yang pantas untuk bangunan agar bangunan tersebut dapat berdiri dengan kokoh dan dapat meminimalisir pengaruh gempa yang terjadi pada bangunan tersebut.

1. TINJAUAN PUSTAKA

Struktur adalah bagian-bagian yang membentuk bangunan seperti pondasi sloof, kolom, ring balok, pelat dan lain-lain. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen *non* struktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan perannya masing-masing. Struktur beton bertulang terdiri atas dua bahan bangunan yang saling mendukung yakni baja dan beton. Baja adalah material yang kuat untuk menerima gaya tarik. Sedangkan beton adalah material yang kuat untuk menerima gaya tekan. Dalam pembuatan beton terdiri dari campuran

semen, mortar, dan agregat batuan yang di campur dengan air sebagai pelarut. Campuran beton akan mengeras saat mengering.

Kegunaan lain dari struktur bangunan yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah. Perancangan struktur harus memastikan bahwa bagian-bagian sistem struktur ini sanggup mengizinkan atau menanggung gaya gravitasi dan beban bangunan, kemudian menyokong dan menyalurkannya ke tanah.

2.METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode daftar pustaka. Daftar pustaka penelitian yang digunakan ini yaitu

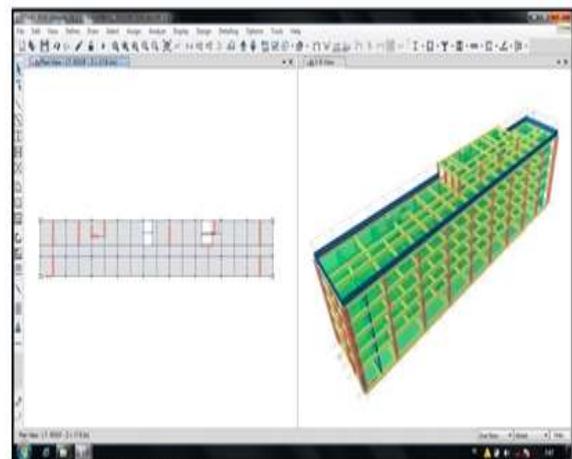
dengan mempelajari materi yang terdapat dalam artikel, buku-buku, maupun jurnal karya ilmiah dan penelitian Tugas Akhir sebelumnya. Metode penelitian tugas akhir ini merupakan analisis elemen vertical struktur beton pembangunan hotel 5 lantai dengan metode analisis perhitungan dengan *Etabs V. 16.2.1*.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Permodelan Struktur Bangunan Menggunakan Etabs V.16.2.1

1. Tahap Permodelan

Tahap pemodelan dengan menggambar setiap elemen-elemen struktur dengan melihat gambar kerja yang sudah ada sesuai dengan data lapangan dilakukan dengan cara *Draw- Draw Beam/Column /Brace Objects* (untuk menggambarkan balok dan kolom) atau *Draw Floor/Wall Objects* (untuk menggambarkan plat lantai dan dinding), jika semua sudah digambar akan muncul layout dan 3d seperti pada **Gambar A.1** sebagai berikut :



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar A.1 Tampilan Pemodelan Elemen Vertikal dan Horizontal

2. Penginputan Data *Response Spectrum* dan *Time History*

Struktur bangunan dirancang menahan gempa pada suatu wilayah tertentu, maka pada pemodelan ETABS perlu untuk penginputan data *response spectrum* dan *time history*. Pada penginputan *response spectrum* dan *time history* kita perlu memiliki data variabel tanah pada koordinat gedung yang akan dianalisis dengan cara masuk pada website puskim.pu.go.id dan download data tanah sesuai koordinat gedung yang akan kita akan analisis, setelah itu data yang sudah di *download* kita

olah menjadi data yang akan kita input pada ETABS, seperti pada **Tabel A.1** sebagai berikut :

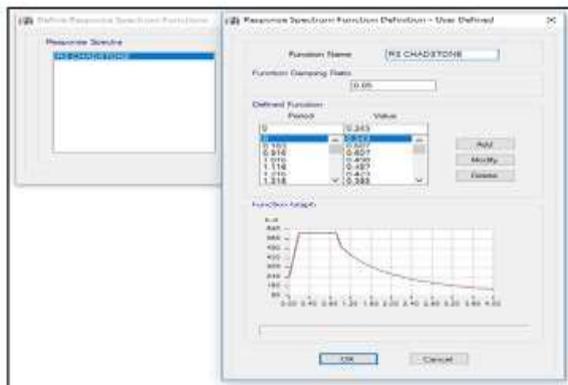
Tabel A.1 Data Variabel Tanah Untuk Response Spectrum

T (detik)	T (detik)	SA (g)	T (detik)	T (detik)	SA (g)
0	0	0.243	T _S +1.4	1.4	0.230
T ₀	0.183	0.607	T _S +1.5	1.5	0.221
T _S	0.916	0.607	T _S +1.6	1.6	0.213
T _S +0	0.916	0.547	T _S +1.7	1.7	0.205
T _S +0.1	0.1	0.498	T _S +1.8	1.8	0.198
T _S +0.2	0.2	0.457	T _S +1.9	1.9	0.191
T _S +0.3	0.3	0.423	T _S +2	2	0.184
T _S +0.4	0.4	0.393	T _S +2.1	2.1	0.179
T _S +0.5	0.5	0.367	T _S +2.2	2.2	0.173
T _S +0.6	0.6	0.344	T _S +2.3	2.3	0.168
T _S +0.7	0.7	0.324	T _S +2.4	2.4	0.163
T _S +0.8	0.8	0.306	T _S +2.5	2.5	0.158
T _S +0.9	0.9	0.290	T _S +2.6	2.6	0.154
T _S +1	1	0.276	T _S +2.7	2.7	0.150
T _S +1.1	1.1	0.263	T _S +2.8	2.8	0.146
T _S +1.2	1.2	0.251	T _S +2.9	2.9	0.142
T _S +1.3	1.3	0.240	4	4	0.139

Sumber : www.puskim.pu.co.id

Sumber : www.puskim.pu.co.id

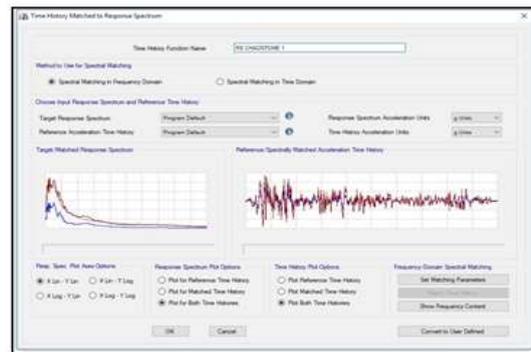
Setelah mendapatkan data diatas sebelum penginputan ke ETABS terlebih dahulu rubah data tersbut menjadi format text (txt,notepad), setelah itu input data tersebut ke ETABS dengan cara *Define-Functions-Response Spectrum-Add New Funtion-Browse* (data variabel tanah seperti diatas)-Ok. Seperti pada **Gambar A.2** sebagai berikut :



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar A.2 Tampilan Menu Response Spectrum

Sedangkan penginputan *Time History* dilakukan dengan cara *Define-Funtions-Time History-Choose Funtions Type to Add* (rubah menjadi *Matched to Response Spectrum*)- *Add New Funtion-Match Time History*-Ok. Seperti pada **Gambar A.3** sebagai berikut :

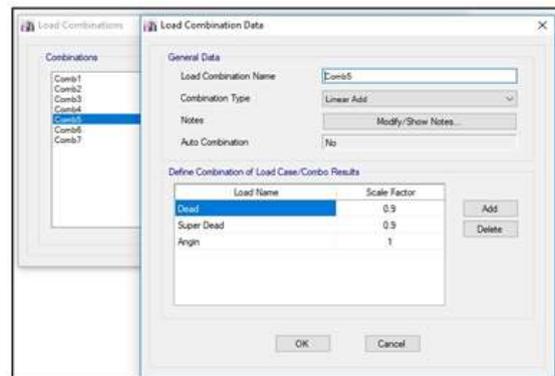


Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar A.3 Tampilan Menu Time History

3. Penginputan Kombinasi Pembebanan

Struktur gedung dirancang mampu untuk menahan beban yang bekerja seperti beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin, beban hidup atap, beban hujan dan beban gempa yang mengacu pada peraturan standar nasional Indonesia SNI 1726-2019, dimana gempa rencana ditetapkan menjadi periode ulang 500 tahun, sehingga probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun. Penginputan kombinasi pembebanan ke ETABS dilakukan dengan cara *Define-Load Combinations-Add New Combo-Ok*, seperti pada **Gambar A.4** sebagai berikut :



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar A.4 Tampilan Menu Kombinasi Pembebanan

Seluruh kombinasi pembebanan yang telah diinput ke dalam ETABS dapat dilihat dengan cara *Display>Show Table-Analysis-Load Combinatons-Ok*, seperti pada **Tabel A.2** sebagai berikut :

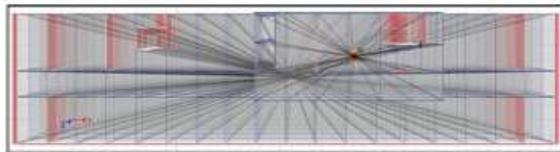
Tabel A.2 Detail Kombinasi Pembebanan

TABLE: Load Combinations			Name Load Case/Combo Scale Factor		
Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Name	Load Case/Combo	Scale Factor
Comb1	Dead	1.4	Comb4	Live	0.5
Comb1	Super Dead	1.4	Comb4	BHA	0.5
Comb2	Dead	1.2	Comb5	Dead	0.9
Comb2	Super Dead	1.2	Comb5	Super Dead	0.9
Comb2	Live	1.6	Comb5	Angin	1
Comb2	BHA	0.5	Comb6	Dead	1.2
Comb3	Dead	1.2	Comb6	Super Dead	1.2
Comb3	Super Dead	1.2	Comb6	EQX	1
Comb3	Hujan	1.6	Comb6	EQY	1
Comb3	Live	0.5	Comb6	Live	0.5
Comb4	Dead	1.2	Comb7	Dead	0.9
Comb4	Super Dead	1.2	Comb7	Super Dead	0.9
Comb4	Live	1	Comb7	EQX	1
			Comb7	EQY	1

Sumber : ETABS V.16.2.1

4. Penentuan Lantai Gedung Bertingkat Sebagai Diafragma

Sesuai dengan SNI 1726-2019 disimpulkan bahwa lantai tingkat, atap beton dan sistem lantai dengan ikatan suatu gedung dapat dianggap sangat kaku (rigid) dalam bidangnya dan dianggap bekerja sebagai diafragma terhadap beban gempa horizontal. Maka, masing-masing lantai tingkat didefinisikan sebagai diafragma kaku. Cara untuk menjadikan pemodelan lantai menjadi diafragma dilakukan dengan cara *Assign-Shell- Diaphragms-Ok*, seperti pada **Gambar A.5** sebagai berikut :

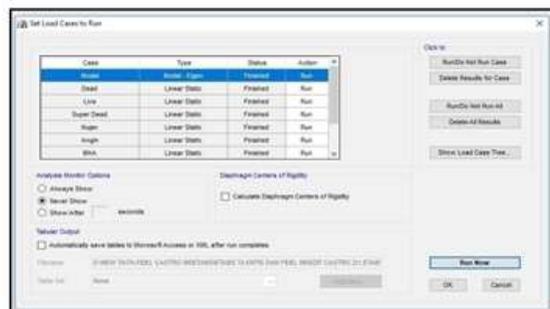


Sumber : ETABS V.16.2.0

Gambar A.5 Tampilan Menu Diafragma Pada Plat Lantai

B. Kontrol Hasil Analisis Struktur

Setelah semua data diinput ke ETABS tahap akhir adalah *running* pemodelan tersebut dengan cara *Analyze-Set Load Cases to Run (pastikan semua action dalam kondisi run)-Run Now*, seperti pada **Gambar B.1** sebagai berikut :



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar B.1 Tampilan Menu Set Load Cases to Run

Setelah dilakukan analisis struktur 3D dengan menggunakan bantuan aplikasi ETABS, maka

diketahui bahwa pemasangan kolom pada area yang tertera pada *soft drawing* membuat struktur bangunan mengalami *rotasi* (puntir) pada *Mode Shape* pertama (arah sumbu x) dan *Mode Shape* kedua (arah sumbu y). Maka dari itu dilakukan penggantian pada kolom yang terletak disudut bangunan dengan kolom (L). Setelah dilakukan penggantian kolom (L), alaisis dilakukan berulang-ulang agar bangunan tidak terjadi *rotasi* (puntir). Dimensi dan spesifikasi kolom (L) ditentukan sebagai berikut :

- a. Ukuran : 1000 x 500 mm
- b. Besi tulangan utama : 28 Ø
- c. Besi tulangan geser : 14 Ø
- d. Unit besi : 9 x 9
- e. Jarak antar begel : 100 mm
- f. Selimut beton : 50 mm

Setelah analisis dilakukan berulang-ulang dengan kolom sudut yang telah digantikan dengan kolom (L). Masih terjadi *rotasi* (puntir) pada *Mode Shape* kedua (arah sumbu y). Maka dari itu, ditambahkan *shearwall* dengan tebal 40 cm pada desain struktur bangunan. Perletakan *shearwall* ditentukan sesuai dengan *rotasi* (puntir) yang terjadi pada bangunan. Analisis dilakukan secara berulang-ulang, agar tidak terjadi *rotasi* (puntir) pada bangunan. Namun demikian, tetap dibutuhkan *checking* terhadap hasil yang didapat dengan mengacu pada batasan-batasan peraturan SNI 1726-2019.

1. Pembatasan Waktu Getar Alami

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel nilai waktur getar alami T dari gedung harus dibatasi, pembatasan waktu getar alami ini diperlukan untuk gedung bertingkat agar menghindari simpangan antar lantai dan bergantung pada koefisien z (*zona*) untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada. Waktu getar alami ini dapat diperoleh dengan cara *Display-Show Tables-Modal Result-Modal Periods and Frequencies*, dapat dilihat pada **Tabel B.1** sebagai berikut :

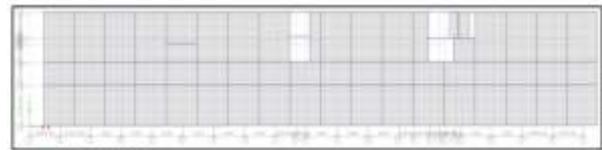
Tabel B.1 Waktu Getar dan Frekuensi

TABLE: Modal Periods and Frequencies

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
Modal	1	0.097	10.359	65.0884	4236.5018
Modal	2	0.068	14.789	92.9194	8634.0152
Modal	3	0.055	18.137	113.9593	12986.7251
Modal	4	0.035	28.243	177.4551	31490.3029
Modal	5	0.034	29.385	184.6356	34089.5843
Modal	6	0.03	33.747	212.0363	44959.3851
Modal	7	0.023	44.211	277.7889	77166.684
Modal	8	0.02	49.08	308.3778	95096.838
Modal	9	0.02	50.894	319.7793	102258.7904
Modal	10	0.019	53.894	338.6235	114665.8608
Modal	11	0.017	57.449	360.9603	130292.3666
Modal	12	0.015	66.847	420.0143	176411.9996

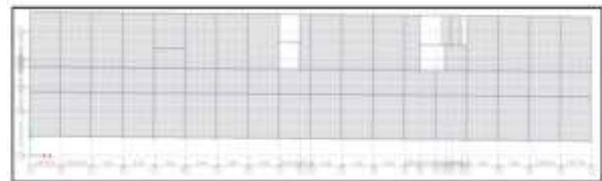
Sumber : ETABS V.16.2.1

2 Rotasi Bangunan Akibat Gempa Arah X dan Y
 Pada hasil analisis struktur bangunan sebelumnya, dengan kolom (L) yang diletakan pada sudut bangunan terjadi *rotasi* (puntir). Dapat dilihat pada **Gambar B.2** dan **Gambar B.3** sebagai berikut:



Sumber : ETABS V.16.2.1

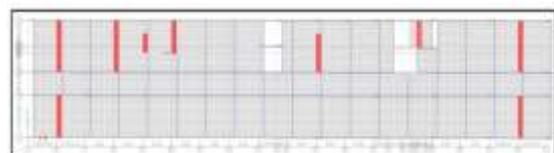
Gambar B.2 Mode Shape Pertama (Modal 1) T = 1.171 detik (Lantai Atap) dengan Kolom (L)



Sumber : ETABS V.16.2.1

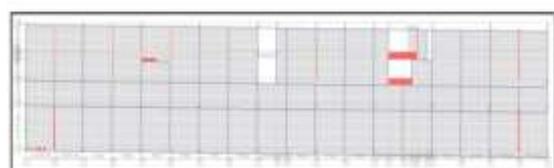
Gambar B.3 Mode Shape Kedua (Modal 2) T = 4.121 detik (Lantai Atap) dengan Kolom (L)

Dari **Gambar B.2** dan **Gambar B.3** dapat dilihat, masih terjadi *rotasi* (puntir) pada struktur bangunan. Maka dari itu ditambahkan *shearwall* dengan posisi yang telah ditentukan, untuk meminimalisir gaya *rotasi* (puntir) yang terjadi. Gaya *rotasi* (puntir), dapat dilihat pada **Gambar B.4** dan **Gambar B.5** sebagai berikut:



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar B.4 Mode Shape Pertama (Modal 1) T = 0.097 detik (Lantai Atap) dengan Shearwall



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar B.5 Mode Shape Kedua (Modal 2) T = 0.068 detik (Lantai Atap) dengan *Shearwall*

Gaya *rotasi* (puntir) yang terjadi, juga dapat dilihat pada tabel *Joint Accelerations- Absolute*. Pada *story* lantai *roof*, didapatkan nilai RZ dengan rata-rata nol. Hasil dapat dilihat pada **Tabel B.2** sebagai berikut :

Tabel B.2 *Joint Accelerations-Absolute*

TABLE: Joint Accelerations - Absolute

Story	Load Case/Combo	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
LT. ROOF	EQX Max	0.00008667	0.00005357	0.00006534
LT. ROOF	EQY Max	0.00008639	0.00005339	0.00006512
LT. ROOF	RS Chadstone Max	0.0001838	0.0001193	0.00001508
LT. ROOF	RS Chadstone Min	-0.0001608	-0.0002648	-0.0000173
LT. ROOF	EQX Max	0.0000901	0.00003376	0.00006534
LT. ROOF	EQY Max	0.0000898	0.00003365	0.00006512
LT. ROOF	RS Chadstone Max	0.0001907	0.00008136	0.00001508
LT. ROOF	RS Chadstone Min	-0.0002163	-0.0001528	-0.0000173

Sumber : ETABS V.16.2.1

3. Persentase Gaya Geser Akibat Gempa Arah X dan Arah Y

Hasil analisis dari pemodelan ETABS pada struktur untuk mendapatkan besaran atau persentase nilai gaya geser akibat gempa, tahap awal kita harus mengetahui nilai perkuatan kolom (*column forces*) dan perkuatan *shearwall* (*pier forces*). Setelah kedua data didapat dari hasil analisis ETABS maka kita bandingkan nilai gaya geser dari sumbu lokal V2,V3 (*Local Axis*) akibat gempa dari arah X dan gaya geser dari sumbu lokal V2,V3 (*Local Axis*) akibat gempa dari arah Y. Hasil data *column forces* dan *pier forces* dari analisis ETABS dapat dilihat pada **Tabel B.3** dan **Tabel B.4** sebagai berikut:

Tabel B.3 Jumlah Total V2 dan V3 *Column Force*

TABLE: Column Forces

	V2 Kg/m	V3 Kg/m
Jumlah Arah X	68.812,08	43.235,10
Jumlah Arah Y	661.929,40	381.739,90

Sumber : ETABS V.16.2.1

Tabel B.4 Jumlah Total VX dan VY *Pier Force*

TABLE: Pier Forces

	V2 Kg/m	V3 Kg/m
Jumlah Arah X	124.563,35	117.379,23
Jumlah Arah Y	877.745,70	1.016.577,90

Sumber : ETABS V.16.2.1

Perhitungan Manual Persentase Gaya Geser

1. Perbandingan gaya geser yang diterima kolom

dan *shearwall* akibat gempa arah X pada sumbu lokal V2 dan V3, sebagai berikut :

Sumbu Lokal V2

$$V_{tot} = V2 \text{ Coloumn} + V2 \text{ Pier} = 68.812,08 + 124.563,35$$

$$V_{tot} = 193.375,43 \text{ Kg/m} \gg 100\%$$

a. Kolom $V2 \text{ Coloumn} / V_{tot} = 68.812,08 / 193.375,43 = 0,3558 \times 100\% = 35,58 \%$

b. *Shearwall* $V2 \text{ Pier} / V_{tot} = 124.563,40 / 193.375,43 = 0,6442 \times 100\% = 64,42 \%$

Sumbu Lokal V3

$$V_{tot} = V3 \text{ Coloumn} + V3 \text{ Pier} = 43.235,10 + 117.379,23$$

$$V_{tot} = 160.614,33 \text{ Kg/m} \gg 100\%$$

a. Kolom $V3 \text{ Coloumn} / V_{tot} = 43.235,10 / 160.614,33 = 0,2691 \times 100\% = 26,91 \%$

b. *Shearwall* $V3 \text{ Pier} / V_{tot} = 117.379,23 / 160.614,33 = 0,7309 \times 100\% = 73,09 \%$

Dari dari hasil perhitungan gaya geser di atas gaya yang diterima pada kolom dan *shearwall* pada sumbu lokal V2 dan V3 akibat gempa arah X adalah V2 kolom = 35,58 % , V2 *shearwall* = 64,42 % dan V3 kolom = 26,91 % , V3 *shearwall* = 73,09 %.

2. Perbandingan gaya geser yang diterima kolom dan *shearwall* akibat gempa arah Y pada sumbu lokal V2 dan V3, sebagai berikut :

Sumbu Lokal V2

$$V_{tot} = V2 \text{ Coloumn} + V2 \text{ Pier} = 661.929,40 + 877.745,70$$

$$V_{tot} = 1.539.675,1 \text{ Kg/m} \gg 100\%$$

a. Kolom $V2 \text{ Coloumn} / V_{tot} = 661.929,40 / 1.539.675,1 = 0,4299 \times 100\% = 42,99 \%$

b. *Shearwall* $V2 \text{ Pier} / V_{tot} = 877.745,70 / 1.539.675,1 = 0,5701 \times 100\% = 57,01 \%$

Sumbu Lokal V3

$$V_{tot} = V3 \text{ Coloumn} + V3 \text{ Pier} = 381.739,90 + 1.016.577,90$$

$$V_{tot} = 1.398.317,80 \text{ Kg/m} \gg 100 \%$$

a. Kolom $V3 \text{ Coloumn} / V_{tot} = 381.739,90 / 1.398.317,80 = 0,2729 \times 100\% = 27,29 \%$

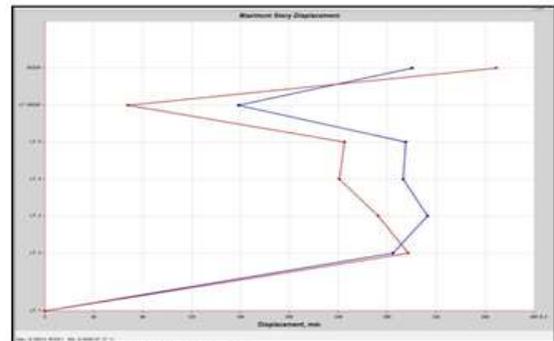
b. *Shearwall* $V3 \text{ Pier} / V_{tot} = 1.016.577,90 / 1.398.317,80 = 0,7271 \times 100\% = 72,71 \%$

Dari hasil perhitungan gaya geser di atas gaya yang diterima pada kolom dan *shearwall* pada sumbu lokal V2 dan V3 akibat gempa arah Y adalah V2 kolom = 42,99% , V2 *shearwall* = 57,01% dan V3 kolom = 27,29 % , V3 *shearwall* = 72,71%.

Berdasarkan perhitungan persentasi nilai gaya geser arah gempa dari kedua sumbu lokal V2 dan V3 yang diterima kolom dan *shearwall* , nilai gaya geser kolom dan *shearwall* lebih besar atau dominan dari arah Y. Dikarenakan struktur bangunan memanjang ke arah X.

4 Perpindahan Sturktur (Story Displacement)

Story Displacement adalah pergerakan struktur bangunan dari lantai terbawah sampai atas data *story displacement* yang didapat dari hasil analisis ETABS yang mengacu pada SNI. Data *Story Displacement* dari hasil analisis efek dari gempa arah X dan Y dapat dilihat pada **Gambar B.6** sampai dengan **Gambar B.7** dan **Tabel B.5** sampai dengan **Tabel B.6**, sebagai berikut :

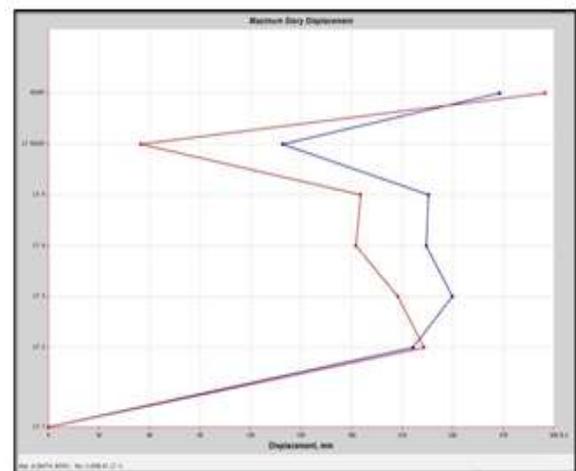


Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar B.6 Grafik Story Response–Maximum Story Displacement Gempa Arah X
Tabel B.5 Story Response - Maximum Story Displacement Gempa Arah X

TABLE: Story Response				Arah Y	
Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm	
ROOF	21	Top	0.369140446	0.300412962	
LT. ROOF	17.8	Top	0.067915472	0.158186882	
LT. 5	14.6	Top	0.244897721	0.294916747	
LT. 4	11.4	Top	0.240753489	0.2928691	
LT. 3	8.2	Top	0.272624578	0.312996859	
LT. 2	5	Top	0.29713811	0.284384207	
LT. 1	0	Top	0	0	
Jumlah			1.492469816	1.643766757	

Sumber : ETABS V.16.2.1



Sumber : ETABS V.16.2.1

Gambar B.7 Grafik Story Response–

Maximum Story Displacement Gempa Arah Y

Tabel B.6 Story Response – Maximum Story

Displacement Gempa Arah Y

TABLE: Story Response			Arah Y	
Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm
ROOF	21	Top	0.369140446	0.300412962
LT. ROOF	17.8	Top	0.067915472	0.158186882
LT. 5	14.6	Top	0.244897721	0.294916747
LT. 4	11.4	Top	0.240753489	0.2928691
LT. 3	8.2	Top	0.272624578	0.312996859
LT. 2	5	Top	0.29713811	0.284384207
LT. 1	0	Top	0	0
Jumlah			1.492469816	1.643766757

Sumber : ETABS V.16.2.1

Dari hasil data analisis sturktur bisa kita lihat pada gambar dan tabel diatas perhitungan *story displacement* dari permodelan stuktur tidak boleh melebihi dari standar yang mengacu pada SNI yaitu < 1% :

1. Displacement EQX (Gempa arah X)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Bangunan} &= 21 \text{ m} &&= 2.100 \text{ cm} \\
 \text{Sumbu Global X} &= 1,312 \text{ mm} &&= 0,1312 \text{ cm} \\
 \text{Sumbu Global Y} &= 1,147 \text{ mm} &&= 0,1147 \text{ cm} \\
 \text{Maka } \sqrt{X^2 + Y^2} &= f\sqrt{0,1312^2 + 0,1147^2} \\
 \text{Total} &= 0,2208 \text{ cm} \\
 &= \frac{\text{Totaš}}{\text{Tinggi Bangunan}} = \frac{0,2208}{2.100} \\
 &= 0,0001 \times 100\% \\
 &= \mathbf{0,01 \% OK}
 \end{aligned}$$

2. Displacement EQY (Gempa arah Y)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Bangunan} &= 21 \text{ m} &&= 2.100 \text{ cm} \\
 \text{Sumbu Global X} &= 1,643 \text{ mm} &&= 0,1643 \text{ cm} \\
 \text{Sumbu Global Y} &= 1,492 \text{ mm} &&= 0,1492 \text{ cm} \\
 \text{Maka } \sqrt{X^2 + Y^2} &= f\sqrt{0,1643 + 0,1492^2} \\
 \text{Total} &= 0,2219 \text{ cm} \\
 &= \frac{\text{Totaš}}{\text{Tinggi Bangunan}} = \frac{0,2219}{2.100} \\
 &= 0,0001 \times 100\% \\
 &= \mathbf{0,01 \% OK}
 \end{aligned}$$

4.KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil analisis struktur yang sudah diteliti pada bab sebelumnya ada beberapa kesimpulan yang dapat dijelaskan dalam bab ini, sebagai berikut :

1. Pada analisis struktur dengan bantuan aplikasi ETABS didapat nilai gaya geser akibat gempa

dari arah X dan Y yang telah dikonversikan dari kilo newton ke kilo gram. Nilai gaya geser yang diterima kolom dan *shearwall* lebih besar atau dominan nilai gaya arah Y dari pada X, nilai gaya geser sebagai berikut:

- a. Gaya geser kolom akibat gempa arah X pada sumbu local V2 sebesar 68.812,08 Kg/m dan V3 sebesar 43.235,10 Kg/m, sedangkan gempa arah Y pada sumbu local V2 sebesar 661.929,40 Kg/m dan V3 sebesar 381.739,90 Kg/m.
 - b. Gaya geser *shearwall* akibat gempa arah X pada sumbu lokal V2 sebesar 124.563,35 Kg/m dan V3 sebesar 117.379,23 Kg/m, sedangkan gempa arah Y pada sumbu lokal V2 sebesar 877.745,70 Kg/m dan V3 sebesar 1.016.577,90 Kg/m.
2. Nilai gaya geser yang ditimbulkan akibat gempa dari hasil perhitungan pada bab sebelumnya menghasilkan nilai persentase tulangan yang terjadi pada kolom dan *shearwall* sebagai berikut:
 - a. Persentase tulangan gaya geser akibat gempa arah X yang diterima kolom pada sumbu lokal V2 sebesar 35,58 % dan V3 sebesar 26,91 %, sedangkan dari arah Y yang diterima kolom pada sumbu lokal V2 sebesar 42,99 % dan V3 sebesar 27,29 %.
 - b. Persentase tulangan gaya geser akibat gempa arah X yang diterima *shearwall* pada sumbu lokal V2 sebesar 64,42 % dan V3 sebesar 73,09% sedangkan akibat gempa arah Y yang diterima *shearwall* pada sumbu lokal V2 sebesar 57,01 % dan V3 sebesar 72,71%.
 3. Dari hasil analisis pada ETABS menghasilkan nilai *displacement* gempa arah X sebesar 0,01% dan gempa arah Y sebesar 0,01% maka hasil analisis memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia karena hasil kurang dari 1%.
 4. Pada stuktur gedung hotel *Chadstone*, hasil analisis pada aplikasi ETABS sebelumnya mengalami *rotasi* (puntir). Namun setelah ditambahkan kolom (L) dengan ukuran 1000 x 500 mm pada sudut–sudut bangunan dan ditambahkan *shearwall* dengan letak yang telah ditentukan, *rotasi* (puntir) pun menjadi sedikit. Gaya *rotasi* (puntir) dapat dilihat pada gambar *mode shape 1* dan *mode shape 2*.

B. SARAN

1. Pada pembangunan gedung bertingkat dalam mendesain perencanaan sebaiknya

memperhitungkan perletakan kolom dan *shearwall* yang baik. Selain memperhitungkan perletakan dimensi dan mutu material juga harus juga diperhitungkan. Agar bangunan yang direncanakan kuat, kokoh dan stabil.

2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan lebih mengecek *shop drawing*. Karena detail tangga dan *lift* tidak ditampilkan pada denah. Namun di dalam detail tangga dan *lift* ada kolom kecil dan anak balok untuk menopang *border* dan anak tangga.
3. Penambahan kolom (L) pada sudut bangunan sangat diperlukan bila bangunan tipikal memanjang. Penambahan *shearwall* juga diperlukan agar gaya *rotasi* (puntir) yang terjadi akibat gempa tidak terlalu besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astariani, N.K. 2010. “ Pengaruh torsi pada bangunan”. Fakultas Teknik : Universitas Ngurah Rai Denpasar, Hal : 6, 1-6.
- [2] Dipohusodo, I, 1994, Struktur beton bertulang. Gramedia pustaka utama, Jakarta. Hasan, 2002 : 58. Pokok-pokok materi metodologi penelitian dan aplikasinya.
- [3] SNI T-15-1991-03, 1991, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- [4] SNI 1727-1989, 1989, Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [5] SNI 1726-2002, 2002, Srandar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- [6] SNI 1726-2012, 2012, Tata cara ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [7] SNI 2847-2013, 2013, Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [8] SNI 1727-2013, 2013, Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [9] SNI 1726-2019, 2019, Tata cara ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [10] SNI 2847-2019, 2019, Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.