

# ANALISIS PERILAKU BANGUNAN TOWER ATC MENGGUNAKAN SISTEM *SHEAR WALL* DAN TANPA *SHEAR WALL* (STUDI KASUS: TOWER ATC PADA BANDAR UDARA INTERNASIONAL SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN, SEPINGGAN, BALIKPAPAN)

*(Analysis on Behaviour of Buildings Using Shear Wall and without Shear Wall  
(Case Study: ATC Tower at International Airport Sultan Aji Muhammad Sulaiman,  
Sepingan, Balikpapan))*

**Gerry Rahadiansyah<sup>1</sup>, Niken Warastuti<sup>1</sup>, Fadli Kurnia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

E-mail: [gerryrahadiansyah@gmail.com](mailto:gerryrahadiansyah@gmail.com)

## ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan transportasi udara menyebabkan kepadatan arus lalu lintas udara yang semakin dirasakan pada umumnya sebagai konsumen pemakai jasa/penumpang. Seringkali terjadi kecelakaan dalam penerbangan, pelanggaran suatu wilayah udara yang dilakukan oleh pesawat udara yang mengakibatkan penumpang tidak selamat. Maka dari itu dibuatlah menara pengawas lalu lintas udara atau *Air Traffic Control* (ATC). Pada studi kasus Tower ATC yang merupakan bangunan tower pemantau dengan 9 lantai, sistem struktur penahan lateral baja dan beton bertulang yang dapat dipilih untuk digunakan adalah sistem *shear wall* atau tanpa sistem *shear wall*. Analisis dilakukan guna mendapatkan perbedaan perilaku struktur dari kedua pemodelan tersebut serta memperoleh sistem struktur penahan lateral yang lebih baik untuk Tower ATC dilihat dari perilaku strukturnya. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perilaku struktur dari kedua pemodelan berdasarkan nilai momen, gaya geser, waktu getar, simpangan antar lantai dan displacement sama-sama baik dan dapat diterima. Namun, untuk Tower ATC perilaku struktur lebih baik saat menggunakan *shear wall* atau pada pemodelan 1, dikarenakan momen, gaya geser dan *displacement* yang lebih kecil.

**Kata Kunci:** Bangunan Tinggi, Sistem Struktur Penahan Lateral, Shear Wall

## ABSTRACT

*Needs for air transportation cause traffic congestion in air generally perceived as consumers / passenger service users .Often there was an accident in flight , offense an airspace conducted by aircraft that makes passengers not safe. Therefore, it requires a watchtower air traffic or Air Traffic Control (ATC). On ATC Tower case which is a 9 stories building, the lateral retaining structural systems that can be used are shear wall system and without shear wall system. The analysis was performed to get structure behavior differences between two building models and better lateral retaining system for ATC Tower based on its structural behavior. The values of the analysis results shown that the two models are equally good and acceptable based on its torque, shear force, period of vibration, story drift and displacement. However, for ATC Tower case, the structural behavior is better when using shear wall or on 1st modeling because of its smaller moment, shear forces, and displacement.*

**Keyword:** High-rise Building, Lateral Retaining Structural System, Shear Wall

**PENDAHULUAN**

Kebutuhan masyarakat akan transportasi udara menyebabkan kepadatan arus lalu lintas udara yang semakin dirasakan pada umumnya sebagai konsumen pemakai jasa/penumpang. Seringkali terjadi kecelakaan dalam penerbangan, pelanggaran suatu wilayah udara yang dilakukan oleh pesawat udara yang mengakibatkan penumpang tidak selamat. Maka dari itu dibuatlah menara pengawas lalu lintas udara atau *Air Traffic Control* (ATC).

Pada struktur bangunan tinggi, beban yang dominan adalah beban-beban arah horizontal (beban lateral) yang merupakan beban gempa dan angin. Beban lateral tersebut dapat menghasilkan suatu deformasi struktur yang sangat besar dan menyebabkan ketidakstabilan struktur. Oleh karena itu, pada struktur bangunan tinggi dibutuhkan sistem struktur khusus sebagai perkuatan guna menahan beban lateral tersebut. Ada berbagai macam sistem struktur penahan lateral yang berdasarkan material yang digunakannya dibagi menjadi dua, yaitu struktur baja dan struktur beton bertulang. Salah satu cara pemilihan sistem struktur penahan lateral ditentukan berdasarkan jumlah lantai bangunan, karena semakin banyak lantai dan semakin tinggi bangunan maka diperlukan sistem yang lebih efektif.

Pada studi kasus Tower ATC yang merupakan bangunan tower pemantau dengan 9 lantai, sistem struktur penahan lateral baja dan beton bertulang yang dapat dipilih untuk digunakan adalah sistem shear wall atau tanpa sistem *shear wall*. Pilihan sistem struktur penahan lateral tersebut didapatkan berdasarkan tabel hubungan sistem penahan lateral dan jumlah lantai (Taranat, 2005) yang dapat dilihat di bawah ini.

**Tabel 1.** Hubungan Sistem Penahan Lateral dan Jumlah Lantai

Lateral Steel Structural System	Number of Stories												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Rigid frame													
Braced frame													
Staggered trussed system													
Eccentric braced system													
Braced system and rigid frame													
Outrigger and belt truss system													
Frame tube													
Trussed tube													
Bundled tube													
Composite frame with steel floor framing													

Lateral Concrete Struct. Sytem	Number of Stories												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Flat slab and columns													
Flat slab and shear-wall													
Flat slab, shear-wall and columns													
Coupled shear wall and beams													
Rigid frame													
Widely spaced perimeter tube													
Rigid frame with haunch girders													
Core supported structures													
Shear wall - frame													
Shear wall - haunch girder frame													
Closely spaced perimeter tube													
Perimeter tube and int. core walls													
Exterior diagonal tube													
Modular tube													

Sumber: Taranat S. Bungale, 2005

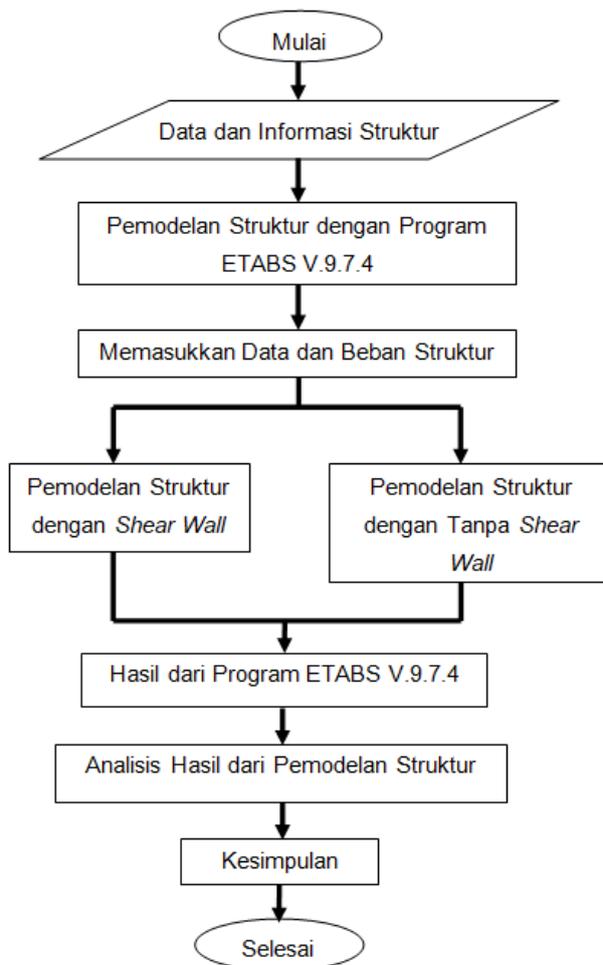
Sistem penahan lateral *shear wall* atau tanpa *shear wall* dapat digunakan salah satunya. Berdasarkan paparan di atas, penulis akan menganalisis perbandingan perilaku struktur Tower ATC ketika menggunakan sistem struktur penahan lateral *shear wall* dan tanpa *shear wall* dengan membuat pemodelan menggunakan *software* ETABS.

Tujuan dari dilakukannya analisis ini antara lain adalah:

1. Mendapatkan gambaran perilaku struktur bangunan tinggi (Tower ATC) berupa nilai momen, gaya geser, waktu getar, simpangan antar lantai dan *displacement* dengan sistem struktur menggunakan *shear wall* dan tanpa *shear wall*.
2. Memperoleh perbandingan perilaku struktur bangunan tinggi (Tower ATC) berdasarkan nilai momen, gaya geser, waktu getar, simpangan antar lantai dan *displacement*.
3. Mendapatkan sistem struktur penahan lateral yang lebih baik dan tepat untuk bangunan tinggi (Tower ATC) dilihat dari perilaku strukturnya.

**METODE**

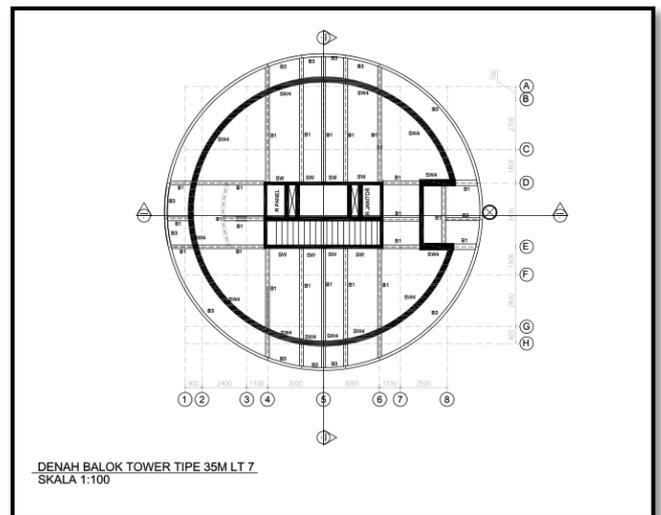
Berikut merupakan *flow chart* atau diagram alur dari pemodelan hingga analisis pada Tugas Akhir ini.



**Gambar 1.** Flow Chart Analisis Penelitian

Proses dimulai dengan pengumpulan data dan informasi struktur yang akan digunakan untuk pemodelan. Data-data yang digunakan adalah data teknis, antara lain:

- Lokasi Studi Kasus : Jalan Marsma R. Iswahyudi, Sepinggan, Balikpapan Sel., Kota Balikpapan, Kalimantan Timur.
- Luas Lahan : 1.293,4 m<sup>2</sup>
- Luas Bangunan : 1.824,4801 m<sup>2</sup>
- Tinggi Bangunan : 35 m dari elevasi jalan
- Ukuran dan Detail Kolom
- Ukuran dan Detail Balok
- Tipe dan Ukuran Pelat
- Ukuran dan Detail *Shear Wall*
- Mutu Beton dan Mutu Tulangan
- Denah Lantai



**Gambar 2.** Denah Lantai Tower ATC

Setelah didapatkan data dan informasi struktur seperti di atas, maka dapat dilakukan pemodelan dengan menggunakan *software* ETABS. Dari pemodelan tersebut maka didapatkan hasil yang akan dianalisis dan terakhir ditarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variasi Pemodelan

Ada dua variasi pemodelan sistem struktur penahan lateral pada Tower ATC yang kemudian akan dianalisis perilaku strukturnya menggunakan program bantu ETABS V9.7.4, yaitu:

1. Tower ATC dengan *shear wall* yang ditempatkan dari lantai dasar hingga lantai 9.
2. Tower ATC balok dan kolom sebagai pengganti *shear wall* yang sebelumnya ditempatkan dari lantai dasar hingga lantai atap.

### Perhitungan Pembebanan

Pembebanan yang akan dimasukkan ke dalam pemodelan antara lain adalah sebagai berikut.

#### Beban Mati

Termasuk beban mati yaitu berat sendiri elemen struktur yang akan dihitung otomatis pada *software* ETABS 9.7.4 dengan berat jenis beton dan baja sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Beton} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Berat Jenis Baja} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditambah dengan beban mati tambahan (*super imposed dead load*), yaitu sebagai berikut:

- Beban Mati Pada Balok:
  - Beban Façade : 0,40 kN/m<sup>2</sup>

- **Beban Mati Pada Pelat Lantai:**
  - Beban Instalasi ME : 0,25 kN/m<sup>2</sup>
  - Beban Plafond dan Penggantung : 0,20 kN/m<sup>2</sup>
  - Beban Rise Floor : 0,20 kN/m<sup>2</sup>
  - Total Beban Mati Pada Pelat Lantai : 0,65 kN/m<sup>2</sup>**
- **Beban Mati Pada Pelat Atap:**
  - Beban Instalasi ME : 0,25 kN/m<sup>2</sup>
  - Beban Plafond dan Penggantung : 0,20 kN/m<sup>2</sup>
  - Beban Waterproofing : 0,28 kN/m<sup>2</sup>
  - Total Beban Mati Pada Pelat Atap : 0,73 kN/m<sup>2</sup>**

**Beban Hidup**

Beban Hidup yang digunakan pada Tower ATC ini memiliki besaran yang sama yaitu sebesar 2,40 kN/m<sup>2</sup> dari lantai dasar hingga lantai atap.

**Beban Angin**

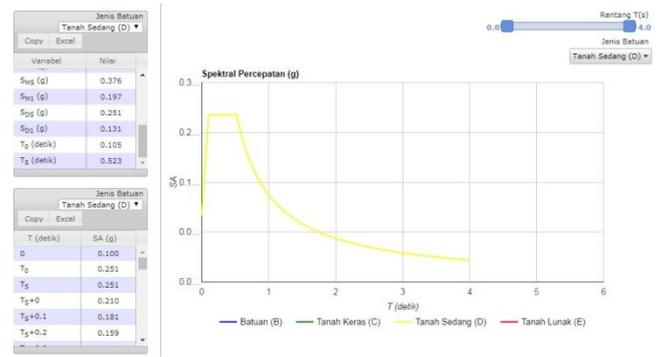
Acuan yang dipakai untuk menentukan beban angin adalah Peraturan Pembebanan Indonesia (PBI) 1983. Berdasarkan lokasi gedung Menara Astra yang jauh dari laut maka diambil tekanan tiup angin minimum, yaitu 25 kg/m<sup>2</sup>.

**Beban Gempa**

Analisis beban gempa dilakukan dengan cara dinamik respon spektrum dan didasarkan pada SNI 1726-2012 sebagai berikut:

- Kategori Resiko : I
- Wilayah Gempa : 1 (Balikpapan)
- Jenis Tanah : Tanah Sedang
- Analisa Gempa : Respon Spektrum
- $I_e$  : 1,0
- Kelas Situs : SD

Berdasarkan lokasi Tower ATC, yaitu di Balikpapan maka Tower ATC termasuk kedalam wilayah gempa 1 dan berdasarkan data teknis dapat diketahui bahwa jenis tanah di lokasi tersebut merupakan tanah sedang. Data wilayah gempa dan jenis tanah tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam website <http://puskim.pu.go.id> untuk mendapatkan *output* seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.** *Output* Desain Spektrum

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3 hasil yang didapatkan antara lain adalah grafik respon spektrum, hasil *output* percepatan gempa ( $S_s$ ,  $S_1$ ) untuk lokasi gedung Menara Astra, yaitu sebesar  $S_s = 0.235$  dan  $S_1 = 0.082$ . Didapat juga nilai parameter  $S_{MS} = 0.376$  dan  $S_{M1} = 0.197$ .

Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) didasarkan pada kategori resiko = II serta  $S_{DS} = 0.251$  dan  $S_{D1} = 0.131$  sebagai berikut.

**Tabel 2.** Kategori Desain Seismik Berdasarkan  $S_{DS}$

Nilai $S_{DS}$	Kategori resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber: SNI 1726-2012

**Tabel 3.** Kategori Desain Seismik Berdasarkan  $S_{D1}$

Nilai $S_{D1}$	Kategori resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber: SNI 1726-2012

Berdasarkan tabel di atas,  $0.167 < S_{DS} < 0.33$  dan  $0.067 < S_{D1} < 0.133$  didapatkan Kategori Desain Seismik (KDS) termasuk kategori resiko B.

Berdasarkan SNI 1726-2012 dirumuskan pemilihan sistem struktur seperti pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Pemilihan Sistem Struktur Berdasarkan Tingkat Resiko Gempa

Code SNI 03-1726-2012	Tingkat Resiko Kegempaan		
	Rendah	Menengah	Tinggi
	A, B	C	D, E
Sistem Penahan Gempa	SRMB/ M/ K SDSB/ K	SRMM/ K SDSB/ K	SRI SD

Sumber: SNI 1726-2012

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa struktur Tower ATC termasuk ke dalam kategori resiko gempa rendah (B), sehingga digunakan sistem penahan gempa SRMB (Struktur Rangka Momen Biasa). Berdasarkan SNI 1726-2012 untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus didapatkan nilai faktor R, Cd dan  $\Omega_0$  seperti pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Faktor R, Cd,  $\Omega_0$  untuk Sistem Penahan Gempa

Sistem penahan-gaya gempa	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^e$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem batasan tinggi: Kategori des		
				B	C	D
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI

Sumber: SNI 1726-2012

Dari tabel di atas didapatkan nilai faktor R = 3, Cd = 2,5 dan  $\Omega_0 = 3$ .

**Kombinasi Beban (Load Combination)**

Kombinasi pembebanan yang akan dilakukan pada analisis kali ini adalah sebagai berikut:

- 1,4 D + 1,4 SW
- 1,2 D + 1,2 SW + 1,6 L
- 1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L + 1 RSPx
- 1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L - 1 RSPx
- 1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L + 1 RSPy
- 1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L - 1 RSPy

Keterangan:

D = Beban Mati Tambahan (*Super Imposed Dead Load*)

SW = Beban Mati Sendiri (*Self Weight*)

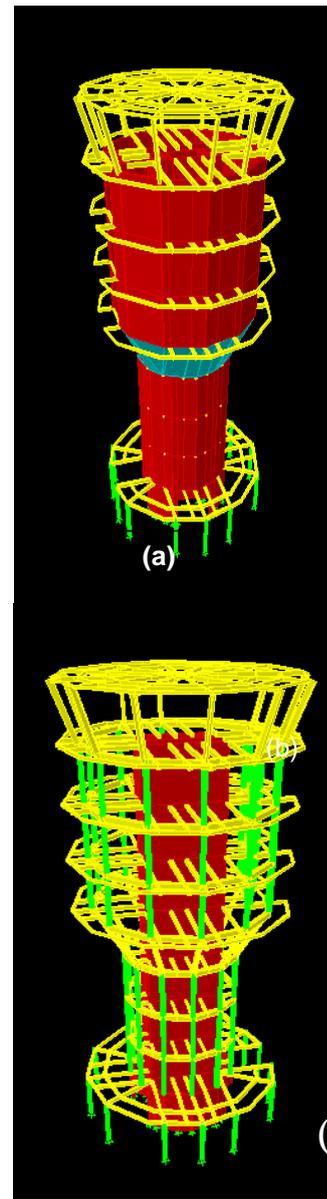
L = Beban Hidup (*Live*)

RSPx = Respon Spektrum Arah X

RSPy = Respon Spektrum Arah Y

**Hasil Pemodelan**

Berikut merupakan hasil dari 2 pemodelan gedung Menara Astra pada program ETABS V9.6.0.



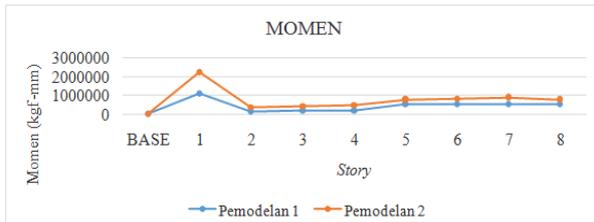
**Gambar 4.** Hasil Pemodelan Struktur dengan ETABS; (a) Struktur dengan *Shear Wall*; (b) Struktur dengan balok dan kolom pengganti *Shear Wall*

**Evaluasi Hasil Analisis Perilaku Struktur**

Dalam mencapai tujuan untuk mengetahui perbedaan dan perubahan perilaku struktur bangunan ketika menggunakan sistem struktur penahan lateral *shear wall* dan kombinasi balok dan kolom dilihat dari faktor-faktor perilaku seperti momen, gaya geser, waktu getar, simpangan antar lantai dan *displacement*. Maka dilakukan evaluasi hasil analisis pemodelan yang dilakukan dengan *software* ETABS V9.7.4.

**Analisis Momen**

Momen yang terjadi pada kedua pemodelan struktur dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



**Gambar 5. Grafik Momen**

Dari data rekapitulasi momen yang terjadi, pada pemodelan 1 dengan menggunakan sistem struktur penahan lateral *shear wall* memiliki nilai momen lebih kecil dibandingkan dengan pemodelan 2 yang menggunakan balok sebagai pengganti *shear wall* seperti yang dapat dilihat pada grafik di atas. Hal ini disebabkan oleh berat struktur pemodelan 2 yang lebih besar dibandingkan berat struktur pemodelan 1. Berat struktur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai momen, semakin berat struktur maka akan semakin besar pula nilai momen dari struktur tersebut. Berikut merupakan tabel nilai momen maksimum yang terjadi pada pemodelan 1 dan pemodelan 2.

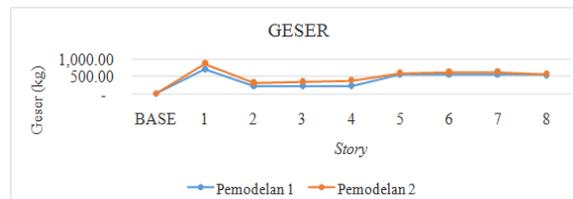
**Tabel 6. Momen Maksimum**

Pemodelan	Momen (Kgf.m)	Momen (ton.m)
1	1.079.646,90	1.079,65
2	2.260.800,76	2.260,80

Dari Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa nilai momen maksimum dari pemodelan 2 dengan menggunakan balok sebagai pengganti *shear wall* lebih besar yaitu 2.260,80 ton.m, sedangkan nilai momen pemodelan 1 yang menggunakan *shear wall* adalah 1.079,65 ton.m.

**Analisis Gaya Geser**

Gaya geser dari kedua pemodelan dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah.



**Gambar 6. Grafik Gaya Geser**

Dari data rekapitulasi nilai gaya geser yang terjadi, gaya geser pada Tower ATC dengan menggunakan *shear wall* (pemodelan 1) memiliki gaya geser yang lebih kecil dibandingkan dengan Tower ATC dengan balok sebagai pengganti *shear wall* (pemodelan 2) seperti yang dapat dilihat pada grafik di atas. Berikut merupakan nilai gaya geser maksimum yang terjadi.

**Tabel 7. Gaya Geser Maksimum**

Pemodelan	Gaya Geser (Kg)	Gaya Geser (ton)
1	702,70	0,702
2	879,66	0,880

Berdasarkan Tabel 7 dari hasil pemodelan dapat disimpulkan bahwa gaya geser berbanding lurus dengan berat struktur sama seperti momen. Hal tersebut dapat dibuktikan dari rumus gaya geser yang merupakan turunan dari momen, dimana besarnya nilai gaya geser dipengaruhi oleh seluruh beban-beban yang bekerja pada struktur. Oleh karena itu, gaya geser yang terjadi pada pemodelan 2 lebih besar dibandingkan dengan pemodelan 1, yaitu 0,880 ton. Sedangkan gaya geser yang terjadi pada pemodelan 1 lebih kecil, yaitu 0,702 ton.

**Analisis Waktu Getar**

Perilaku struktur yang baik adalah ketika terjadi translasi terlebih dahulu kemudian barulah terjadi rotasi. Dari hasil pemodelan dengan ETABS pola *mode shape* dari pemodelan 1 dengan menggunakan *core wall* dan pemodelan 2 dengan menggunakan kombinasi *core wall – belt truss* memiliki pola yang sama, yaitu:

- *Mode shape* 1: Translasi
- *Mode shape* 2: Translasi
- *Mode shape* 3: Rotasi

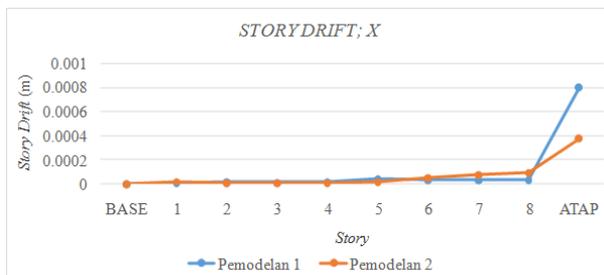
**Tabel 8. Mode Shape dan Waktu Getar**

Pemodelan	Mode	Period (s)	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	1	0.822505	6.9122	0.4224	8.1903	6.9122	0.4224	8.1903
	2	0.784287	19.6378	32.6827	0.5525	26.55	33.1051	8.7427
	3	0.767281	46.1096	19.7404	0.4835	72.6596	52.8455	9.2262
2	1	1.524772	86.7137	0.2902	1.6954	86.7137	0.2902	1.6954
	2	1.283172	2.0527	8.2274	62.9764	88.7664	8.5176	64.6718
	3	1.014464	0.0013	57.0323	5.8719	88.7678	65.5499	70.5437

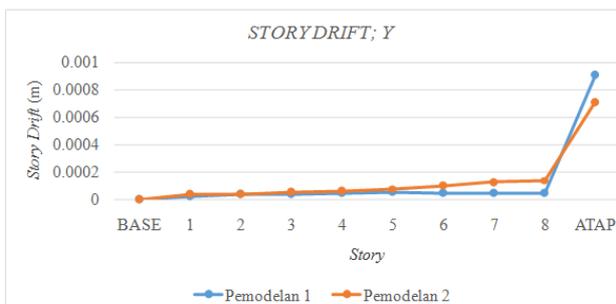
Dari Tabel 8 diatas dapat dilihat bahwa waktu getar yang lebih kecil dimiliki oleh pemodelan 2 Tower ATC dengan balok sebagai pengganti *shear wall*. Hal yang berperan penting dalam menentukan besar waktu getar suatu struktur adalah berat struktur dan kekakuannya. Berat dan kekauan struktur berbanding terbalik dengan waktu getar, semakin besar berat dan kekakuan struktur maka akan semakin kecil waktu getarnya. Oleh karena penggunaan *shear wall* pada pemodelan 1, maka didapat berat dan kekakuan struktur yang lebih besar sehingga dihasilkan waktu getar yang lebih kecil, yaitu 0,822505 detik. Sedangkan waktu getar pada pemodelan 2, yaitu 1,524772 detik. Tetapi, jika kita melihat dari pola mode shape pemodelan 1 maupun pemodelan 2 tidak sesuai dengan SNI.

**Analisis Simpangan Antar Lantai**

Simpangan antar lantai yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8 di bawah ini. Gaya gempa yang diberikan saat pemodelan pada arah X adalah 100% dan pada arah Y adalah 30%. Ketinggian antar lantai serta bentuk struktur setiap lantai pada Tower ATC berbeda-beda, hal ini merupakan salah satu penyebab terjadinya kenaikan dan penurunan pada simpangan antar lantai yang dapat dilihat pada grafik di bawah. Dimana perbedaan tinggi dan bentuk setiap lantai tersebut akan mempengaruhi kekakuan struktur di setiap lantainya.



**Gambar 7.** Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X



**Gambar 8.** Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y

Dari kedua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa simpangan antar lantai dipengaruhi oleh

kekakuan struktur. Penambahan penggunaan *balok dan kolom* pada pemodelan 2 membuat kekakuan struktur yang lebih besar dibandingkan dengan pemodelan 1, sehingga dapat mengekang dan mengurangi simpangan yang terjadi. Berikut merupakan tabel simpangan antar lantai maksimum yang terjadi pada kedua pemodelan Tower ATC.

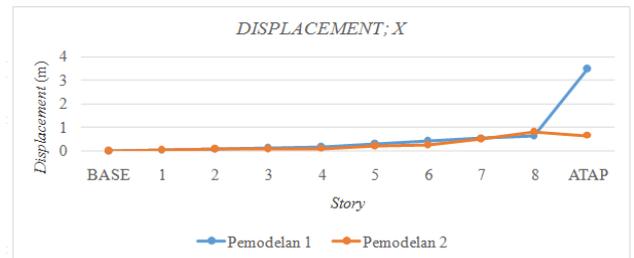
**Tabel 9.** Simpangan Antar Lantai Maksimum

Pemodelan	Simpangan Antar Lantai	
	X (m)	Y (m)
1	0,0008	0,000907
2	0,000377	0,000709

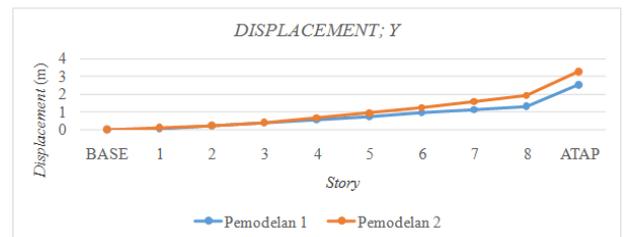
Simpangan antar lantai maksimum yang terjadi lebih kecil pada pemodelan 2, yaitu dengan simpangan 0,000377 m pada arah x dan 0,000709 m pada arah y. Sedangkan simpangan yang terjadi pada pemodelan 1, yaitu 0,0008m pada arah x dan 0,000907 m pada arah y.

**Analisis Displacement**

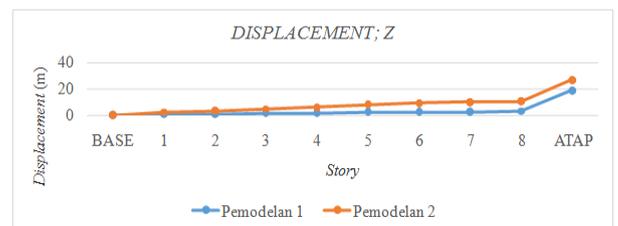
Data rekapitulasi *displacement* pada pemodelan 1 dan pemodelan 2 Tower ATC dapat dilihat pada Gambar 9, 10 dan 11 berikut.



**Gambar 9.** Grafik Displacement Arah X



**Gambar 10.** Grafik Displacement Arah Y



**Gambar 11.** Grafik Displacement Arah Z

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pemodelan 1 Tower ATC dengan menggunakan *shear wall* memiliki *displacement* lebih kecil dibandingkan dengan pemodelan 2

Tower ATC dengan menggunakan balok dan kolom sebagai pengganti *shear wall*. Berikut merupakan tabel nilai *displacement* maksimum dari masing-masing pemodelan.

**Tabel 10.** *Displacement* Maksimum

Pemodelan	<i>Displacement</i>		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	3,481	2,529	18,777
2	0,650	3,264	26,704

Dari Tabel 10 di atas dapat dilihat *displacement* maksimum yang terjadi pada pemodelan 2 lebih kecil dibandingkan pemodelan 1 dengan

*displacement* 0,650 m arah x, 3,264 m arah y dan 26,704 m arah z . Sedangkan *displacement* pada pemodelan 1, yaitu 3,481 m arah x, 2,529 m arah y dan 26,704 m arah z.

**Perbandingan Hasil Analisis**

Berikut merupakan tabel perbandingan dari rekapitulasi hasil analisis pemodelan Tower ATC saat menggunakan *shear wall* dan saat menggunakan balok dan kolom sebagai pengganti *shear wall*.

**Tabel 11.** Perbandingan Hasil Analisis

Keterangan	Pemodelan 1			Pemodelan 2		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
Momen (ton.m)	1.079,65			2.260,80		
Gaya Geser (ton)	0,702			0, 880		
Waktu Getar (s)	0, 822505			1,524772		
Simpangan Antar Lantai (m)	0,0008	0,000907		0,000377	0,000709	
<i>Displacement</i> (m)	3,481	2,259	18,777	0,650	3,264	26,704

**\*keterangan:**

- Pemodelan 1: Tower ATC dengan *Shear Wall*
- Pemodelan 2: Tower ATC dengan dengan Tanpa *Shear Wall*

*displacement* yang lebih kecil dibandingkan dengan saat menggunakan balok dan kolom sebagai pengganti *shear wall* pada pemodelan 2.

Dari tabel perbandingan hasil analisis perilaku struktur pemodelan Tower ATC berdasarkan momen, gaya geser, waktu getar, simpangan antar lantai dan *displacement* dapat dikatakan kedua pemodelan mempunyai perilaku struktur yang baik dan dapat diterima. Namun, untuk studi kasus Tower ATC perilaku struktur lebih baik saat menggunakan *shear wall* (pemodelan 1), karena memiliki momen, gaya geser dan

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis perilaku struktur pada gedung Menara Astra dengan menggunakan *software* ETABS V9.7.4, maka dapat ditarik kesimpulan sebagaimana terlampir pada Tabel 12 berikut.

**Tabel 12.** Perbandingan Hasil Analisis

Keterangan	Pemodelan 1			Pemodelan 2		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
Momen (ton.m)	1.079,65			2.260,80		
Gaya Geser (ton)	0,702			0, 880		
Waktu Getar (s)	0, 822505			1,524772		
Simpangan Antar Lantai (m)	0,0008	0,000907		0,000377	0,000709	
<i>Displacement</i> (m)	3,481	2,259	18,777	0,650	3,264	26,704

Sumber: Analisis Penulis, 2018

**\*keterangan:**

- Pemodelan 1: Tower ATC dengan *Shear Wall*
- Pemodelan 2: Tower ATC dengan dengan Tanpa *Shear Wall*

1. Momen pada Pemodelan 1 lebih kecil dibandingkan Pemodelan 2, sehingga berdasarkan nilai momennya pemodelan 1 lebih baik.
2. Gaya geser pada Pemodelan 1 lebih kecil dibandingkan Pemodelan 2, sehingga berdasarkan gaya gesernya pemodelan 1 lebih baik.
3. Waktu getar pada Pemodelan 1 lebih kecil dibandingkan Pemodelan 2. Namun, kedua pemodelan tidak mempunyai pola mode shape yang sama yaitu translasi terlebih dahulu kemudian rotasi, sehingga berdasarkan perilaku strukturnya kedua perilaku struktur pemodelan kurang baik dan tidak dapat diterima.
4. Simpangan antar lantai pada Pemodelan 2 lebih kecil dibandingkan Pemodelan 1, sehingga berdasarkan simpangannya pemodelan 2 lebih baik.
5. *Displacement* pada Pemodelan 1 lebih kecil dibandingkan Pemodelan 2, sehingga berdasarkan *displacement*nya pemodelan 1 lebih baik.
6. Sistem struktur penahan lateral yang lebih baik dan tepat untuk Tower ATC dilihat dari perilaku strukturnya adalah *Shear Wall*, yaitu pada Pemodelan 1.

## REFERENSI

- Anonim.** (2010). *Sistem Struktur Bangunan Gedung*. Diakses dari <http://repository.binus.ac.id>. [23 April 2017]
- Ardi.** (2002). *Perencanaan Struktur Bangunan Tinggi*. Diakses dari [ardi.staff.gunadarma.ac.id/.../files/.../PERENCANAAN+STRUK+bangunan+tinggi3](http://ardi.staff.gunadarma.ac.id/.../files/.../PERENCANAAN+STRUK+bangunan+tinggi3). [25 April 2017]
- Dewobroto, W.** (2012). *Menyongsong Era Bangunan Tinggi dan Bentang Panjang*. Universitas Pelita Harapan, Jakarta.
- Gani, M.** (2008). *Evaluasi Kinerja Sistem Struktur Penahan Beban Lateral Dinding Geser Beton Bertulang dengan Outrigger*. Tesis, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Orchidentus, R., D., J., & S., R.** (2016). *Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Primasari, D.** (2006). *Karakteristik Dinamik Pada Penggunaan Outrigger Sebagai Solusi Penambahan Lantai Pada Struktur Bangunan Tingkat Tinggi (High Rise Building)*. Skripsi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sofia, F.** (2008). *Analisis Sistem Outrigger Pada Struktur Bangunan Tinggi*. Skripsi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ubaidillah.** (2006). *Desain Struktur Portal - Dinding Geser dengan Variasi Daktilitas*. Skripsi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- lezal.** (2012). *Studi Perbandingan Beban-Lendutan Dinding Slender Shear Wall yang Dianalisis Dengan Memasukan Faktor Modifikasi dan Dianalisis Secara Non-Linear*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Halaman ini sengaja dikosongkan