

# ANALISIS KINERJA STRUKTUR PADA BANGUNAN BERTINGKAT BERATURAN DAN KETIDAK BERATURAN HORIZONTAL SESUAI SNI 03-1726-2012

Hotma L Purba

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya  
Korespondensi penulis : [hotmapurba@hotmail.com](mailto:hotmapurba@hotmail.com)

## ABSTRACT

Pengaruh gaya gempa tentunya akan berbeda jika diaplikasikan terhadap bangunan beraturan dan tidak beraturan. Kinerja struktur yang dihasilkan untuk gedung tidak beraturan akan berbeda dengan kinerja struktur gedung beraturan untuk intensitas beban yang sama. Pada peraturan perencanaan struktur tahan gempa yang baru yaitu SNI 03-1726-2012 diatur mengenai ketidakberaturan struktur. Dimana dalam peraturan ini terdapat dua jenis ketidakberaturan yaitu ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal yang kemudian terbagi lagi menjadi beberapa tipe ketidakberaturan. Penelitian bertujuan untuk membandingkan kinerja struktur gedung dengan ketidakberaturan horizontal yang dibandingkan terhadap gedung beraturan dilihat dari displacement, drift ratio, base shear, level kinerja berdasarkan ATC-40, perbedaan berat beton dan tulangan. Penelitian ini menghasilkan displacement terbesar untuk arah-x yaitu pada gedung tidak beraturan model B dimana persentase selisih terhadap gedung beraturan adalah 32,57% dan untuk arah-y yaitu gedung tidak beraturan model A dengan persentase selisih 27,45%, Drift ratio terbesar arah-x adalah gedung tidak beraturan model B dan arah-y adalah model A, base shear terbesar yaitu gedung tidak beraturan model A, level kinerja berdasarkan ATC-40 untuk semua model gedung adalah immediate occupancy, kebutuhan tulangan terbesar yaitu gedung tidak beraturan model B dengan persentase selisih 34,76% dan kebutuhan beton terbesar yaitu gedung tidak beraturan model A dengan persentase selisih 7,06%.

Kata Kunci : Ketidakberaturan Horizontal, SNI 03-1726-2012

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada saat ini pembangunan gedung bertingkat di Indonesia semakin banyak dipergunakan. Bangunan bertingkat umumnya digunakan sebagai gedung-gedung pemerintah seperti perkantoran dan rumah sakit. Selain itu pembangunan gedung bertingkat di Indonesia dapat juga dijadikan sebagai investasi seperti apartement, hotel, mall, dll. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan lahan yang luas semakin sulit diperoleh sehingga pembangunan gedung bertingkat akan berpengaruh pada bentuk bangunan yang cenderung tidak beraturan.

Pengaruh gaya gempa akan berbeda jika diaplikasikan terhadap bangunan beraturan dan tidak beraturan. Kinerja struktur yang dihasilkan untuk gedung tidak beraturan akan berbeda dengan gedung beraturan untuk intensitas beban yang sama, misalnya jika dibandingkan terhadap simpangan (*displacement*), simpangan antar lantai (*drift*), dan penulangannya. Pada peraturan perencanaan ketahanan gempa yang terbaru SNI 03-1726-2012 diatur mengenai ketidakberaturan struktur, yaitu ketidakberaturan horizontal dan vertikal. Ketidakberaturan horizontal ditetapkan berdasarkan kepada ketidakberaturan arah sumbu xy sedangkan ketidakberaturan vertikal ditetapkan berdasarkan arah sumbu xz atau yz.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk membahas Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Beraturan dan Ketidakberaturan Horizontal Sesuai SNI 03-1726-2012.

### Ruang Lingkup Penulisan

1. Perencanaan pembebanan struktur berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (1983).
2. Luas gedung yang ditinjau secara keseluruhan adalah 600m<sup>2</sup>.
3. Bangunan diasumsikan untuk bangunan rumah sakit di kota Palembang.
4. Analisis struktur ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan Sap 2000. v. 14.
5. Tidak menghitung struktur bawah.
6. Struktur gedung adalah beton bertulang.
7. Sistem struktur direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
8. Dalam hal tinjauan ekonomis bangunan hanya meliputi *quantity material*.

### Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan membandingkan struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang ditinjau berdasarkan *displacement*, *drift*, dan *base shear*.

2. Membandingkan kinerja struktur gedung bertingkat beraturan dan gedung bertingkat tidak beraturan berdasarkan *Performance Based Design*.
3. Membandingkan berat tulangan dan berat beton yang diperlukan untuk masing-masing model gedung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1. Penentuan Metode Analisis perhitungan beban gempa

Untuk penentuan metode analisis yang digunakan dalam perhitungan gaya gempa dapat ditentukan berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2012 yang terdapat pada tabel 13 yang dapat dilihat pada tabel II.1. dibawah ini.

### II.2. Ketidakberaturan Bangunan

Untuk menentukan ketidakberaturan bangunan dapat mengikuti peraturan yang terdapat pada SNI 03-1726-2012. Secara umum ketidakberaturan struktur dibagi menjadi dua yaitu ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal.

Tabel II.1. Prosedur analisis yang boleh digunakan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral	Analisis spektrum	Prosedur riwayat
B,C	Bangunan dengan kategori risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan kategori risiko I atau II, dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Semua struktur lainnya	I	I	I
D,E,F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan kategori risiko I atau II dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Struktur beraturan dengan $T < 3,5T_s$ dan semua struktur dari konstruksi rangka ringan	I	I	I
	Struktur tidak beraturan dengan	I	I	I

T < 3,5T <sub>s</sub> dan mempunyai hanya ketidakberaturan horisontal tipe 2,3,4 atau 5 dari <b>Tabel 10</b> atau ketidakberaturan vertikal tipe 4,5a, atau 5b dari <b>Tabel 11</b>				
Semua struktur lainnya	TI	I	I	

Sumber : SNI 03-1726-2012

Secara khusus pada penelitian ini hanya membatasi masalah ketidakberaturan struktur dalam arah horizontal saja. Tipe dan penjelasan mengenai ketidakberaturan horizontal dapat dilihat pada tabel II.2. dibawah ini.

### II.3. Kinerja Batas SNI 03-1726-2012

Pada SNI 03-1726-2012 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, memberikan batasan simpangan antar lantai tingkat ( $\Delta$ ), yaitu tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin ( $\Delta_a$ ) yang tertulis pada pasal 7.12

Tabel II.2. Ketidakberaturan Horizontal

Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
<b>Ketidakberaturan torsi</b> didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur dimana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel 13 12.2.2	D,E, dan F B,C,D,E,dan F C,D,E,danF C,D,E,dan F D,E,dan F B,C,D,E,dan F
<b>Ketidakberaturan torsi berlebihan</b> didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.	7.3.3.1 7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel 13 12.2.2	E dan F D B, C, dan D C dan D C dan D D B, C, dan D
<b>Ketidakberaturan sudut dalam</b> didefinisikan ada jika kedua proyeksi denah struktur dari sudut dalam	7.3.3.4 Tabel 13	D, E, dan F D, E, dan F

lebih besar dari 15 persen dimensi denah struktur dalam arah yang ditentukan.		
<b>Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma</b> didefinisikan ada jika terdapat diafragma dengan diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 persen daerah diafragma bruto yang melingkupinya, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 persen dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.	7.3.3.4 Tabel 13	D, E, dan F D, E, dan F
<b>Ketidakteraturan pergeseran melintang terhadap bidang</b> didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran melintang terhadap bidang elemen vertikal.	7.3.3.3 7.3.3.4 7.7.3 Tabel 13 12.2.2	B, C, D,E,dan F D, E, dan F B, C, D, E,dan F D, E, dan F B, C, D, E,dan F
<b>Ketidakteraturan sistem nonparalel</b> didefinisikan ada jika elemen penahan gaya lateral vertikal tidak paralel atau simetris terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama	7.5.3 7.7.3 Tabel 13 12.2.2	C, D, E, dan F B, C, D, E,dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan

Sumber : SNI 03-1726-2012

#### II.4. Level Kinerja Berdasarkan berdasarkan ATC-40

Konsep *Performance Based Seismic Design* adalah konsep yang menetapkan tingkat kinerja (*performance level*) yang diharapkan setelah struktur dilanda gempa dengan intensitas tertentu.

Menurut ATC-40, kinerja bangunan terhadap beban gempa dapat dibagi menjadi 6 kategori level struktur yaitu:

1. *Immediate Occupancy*, SP-1: Bila terjadi gempa, hanya sedikit kerusakan struktural yang terjadi. Karakteristik dan kapasitas sistem penahan gaya vertikal dan lateral pada struktur masih sama dengan kondisi dimana gempa belum terjadi, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dipakai.
2. *Damage Control*, SP-2: Dalam kategori ini, pemodelan bangunan baru dengan beban gempa rencana dengan nilai beban gempa yang peluang dilampauinya dalam rentang masa layan gedung 50 tahun adalah 10%.
3. *Life Safety*, SP-3: Bila terjadi gempa, mulai muncul kerusakan yang cukup signifikan pada struktur, akan tetapi struktur masih dapat menahan gempa. Komponen-komponen

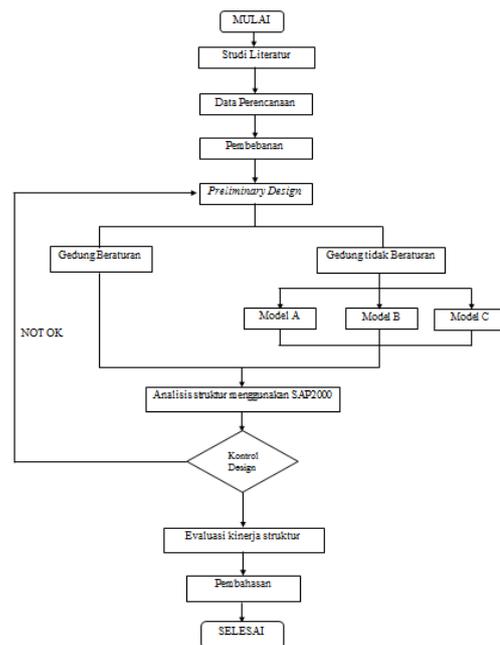
struktur utama tidak runtuh. Bangunan dapat dipakai kembali jika sudah dilakukan perbaikan, walaupun kerusakan yang terjadi kadangkala membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

4. *Limited Safety*, SP-4: Kondisi bangunan tidak sebaik level *life safety* dan tidak seburuk level *structural stability*, termasuk ketika level *life safety* tidak efektif atau ketika hanya beberapa kerusakan struktur kritis yang dapat dikurangi.
5. *Structural Stability*, SP-5: Level ini merupakan batas dimana struktur sudah mengalami kerusakan yang parah. Terjadi kerusakan pada struktur dan nonstruktur. Struktur tidak lagi mampu menahan gaya lateral karena penurunan.
6. *Not Considered*, SP-6: Pada kategori ini, struktur sudah dalam kondisi runtuh, sehingga hanya dapat dilakukan evaluasi seismik dan tidak dapat dipakai lagi.

### III. METODE

#### III.1. Studi Literatur

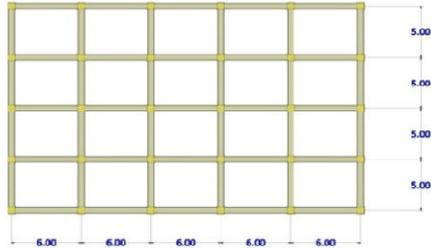
Penelitian ini berupa studi perencanaan gedung beton bertulang beraturan dan tidak beraturan. Terdapat empat model yang akan dibandingkan, untuk memperoleh struktur gedung yang memiliki kinerja lebih baik terhadap beban gempa. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang diperoleh dari buku, peraturan/ pedoman, maupun jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini. Literatur yang digunakan adalah literatur –literatur yang berkaitan dengan masalah beban gempa. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar III.4. dibawah ini:



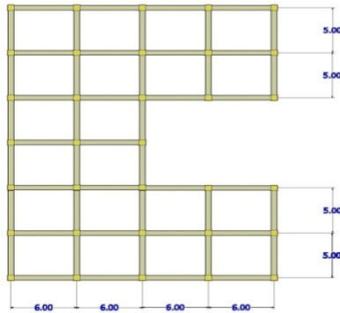
Gambar III.1. Diagram alir penelitian

### III.2. Data Struktur

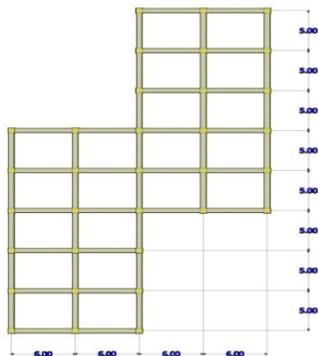
Pada penelitian ini akan dibandingkan kinerja struktur 3 model gedung tidak beraturan horizontal terhadap model gedung beraturan. Keempat model gedung memiliki luas 600m<sup>2</sup> dan tinggi 36m(10 lantai). Denah gedung dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



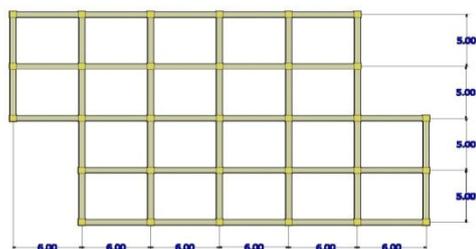
Gambar III.2. Denah gedung beraturan



Gambar III.3. Denah gedung T.B model A



Gambar III.4. Denah gedung T.B model B



Gambar III.5. Denah gedung T.B model C  
Adapun data-data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Fungsi gedung : Gedung rumah sakit
2. Jenis struktur : Beton bertulang
3. Sistem struktur : SRPMK
4. Jenis tanah : Tanah lunak
5. Letak Wilayah : Palembang
6. Mutu beton ( $f_c'$ ): 25 Mpa
7. Mutu baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa
8. Dimensi struktur:
  - Pelat lantai : 12 cm
  - Pelat atap : 12 cm
  - Balok : 40x60 (lantai 1-4)  
: 40x50 (lantai 5-7)  
: 30x40 (lantai 8-10)
  - Kolom : 70x70 (lantai 1)  
: 60x60 (lantai 2-4)  
: 50x50 (lantai 5-7)  
: 40x40 (lantai 8-10)

### III.3. Pembebanan Statis (Beban Hidup dan Beban Mati)

Beban Statis merupakan beban tetap yang bekerja terus-menerus pada struktur yang terdiri dari beban mati dan beban hidup. Berikut merupakan langkah-langkah dalam menentukan beban statis:

1. Menentukan beban-beban yang bekerja pada pelat yaitu berat sendiri, beban mati tambahan, beban dinding, dan beban hidup.
2. Mendistribusikan beban mati dan hidup dengan metode amplop.
3. Mendistribusikan beban mati dinding menjadi beban merata yang akan diletakkan pada balok.

### III.4. Pembebanan gempa

Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh gaya gempa yang akan diletakkan pada tiap titik (joint) kolom. Berikut merupakan langkah-langkah penentuan beban gempa:

1. Menentukan nilai  $S_s$  dan  $S_1$
2. Menentukan kategori resiko dan faktor keutamaan bangunan
3. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)
4. Menentukan metode analisis beban gempa
5. Menghitung gaya lateral

### III.5. Analisis

Metode yang digunakan dalam menganalisis struktur gedung ini adalah dengan metode statik ekuivalen sesuai dengan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 03-1726-2012. Untuk mempermudah perhitungan analisis struktur akan dibantu dengan menggunakan program komputer SAP2000 v 14.2.2 yang kemudian akan dilakukan perbandingan hasil analisis berupa *Displacement*, *Drift Ratio*, *Base Shear*, dan berat tulangan dan beton.

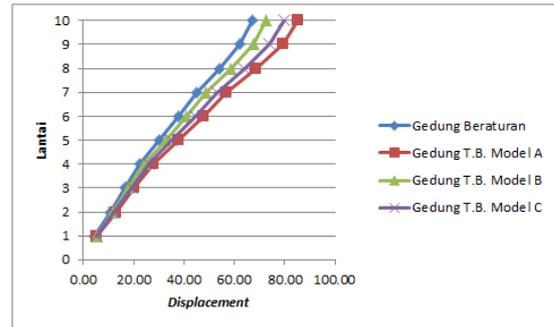
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Displacement

Tabel IV. 1. Perbedaan displacement arah-x

Lantai	Gedung beraturan	T.B model A		T.B model B		T.B model C	
		deformasi	%selisih	deformasi	%selisih	deformasi	%selisih
10	71.26	85.97	20.64	94.47	32.57	79.02	10.89
9	66.31	79.98	20.62	87.66	32.20	73.59	10.98
8	57.69	69.5	20.47	76.13	31.96	64.01	10.96
7	47.89	57.67	20.42	63.2	31.97	53.12	10.92
6	40.46	48.59	20.09	53.12	31.29	44.88	10.92
5	32.06	38.46	19.96	41.93	30.79	35.56	10.92
4	23.86	28.6	19.87	31.1	30.34	26.46	10.90
3	17.59	21.04	19.61	22.65	28.77	19.51	10.92
2	11.14	13.27	19.12	14.07	26.30	12.35	10.86
1	4.82	5.71	18.46	5.92	22.82	5.35	11.00

Gambar IV.1. Perbandingan Displacement arah-x untuk tiap model



Gambar IV.2. Perbandingan Displacement arah-y untuk tiap model.

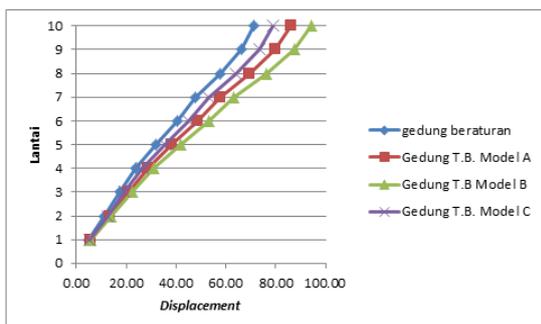
Dari Tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa model gedung yang memiliki simpangan (*displacement*) terbesar untuk arah x adalah gedung tidak beraturan model B yaitu sebesar 94,44 mm . Kemudian untuk simpangan (*displacement*) terbesar arah y adalah gedung tidak beraturan model A yaitu sebesar 85,44 mm.

##### 2. Drift Ratio

Tabel IV.3. Rasio Simpangan antar Lantai (*Drift Ratio*) untuk tiap model gedung arah-x

Lantai	Gedung beraturan	T.B model A		T.B model B		T.B model C	
		deformasi	%selisih	deformasi	%selisih	deformasi	%selisih
		10	67.04	85.44	27.45	72.49	8.13
9	62.42	79.23	26.93	67.59	8.28	74.08	18.68
8	54.28	68.72	26.60	58.8	8.33	64.25	18.37
7	44.96	56.87	26.49	48.7	8.32	53.13	18.17
6	37.99	47.79	25.80	41.19	8.42	44.68	17.61
5	30.09	37.7	25.29	32.66	8.54	35.28	17.25
4	22.35	27.92	24.92	24.28	8.64	26.15	17.00
3	16.52	20.39	23.43	17.99	8.90	19.14	15.86
2	10.5	12.76	21.52	11.48	9.33	12	14.29
1	4.59	5.44	18.52	5.07	10.46	5.22	13.73

Tabel IV.2. Perbedaan displacement arah-y



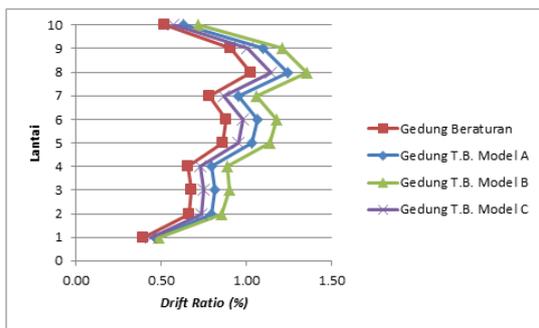
tinggi lantai (m)	Gedung Beraturan (%)	T.B. Model A (%)	T.B. Model B (%)	T.B. Model C (%)
3.5	0.52	0.63	0.71	0.57
3.5	0.90	1.10	1.21	1.00
3.5	1.03	1.24	1.35	1.14
3.5	0.78	0.95	1.06	0.86
3.5	0.88	1.06	1.17	0.98
3.5	0.86	1.03	1.13	0.95
3.5	0.66	0.79	0.89	0.73
3.5	0.68	0.81	0.90	0.75
3.5	0.66	0.79	0.85	0.73
4.5	0.39	0.47	0.48	0.44

Tabel IV.4. Rasio Simpangan antar Lantai (*Drift Ratio*) untuk tiap model gedung arah-y

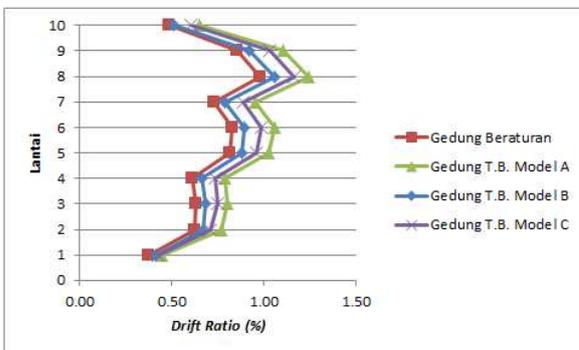
tinggi lantai (m)	Gedung Beraturan (%)	T.B. Model A (%)	T.B. Model B (%)	T.B. Model C (%)
3.5	0.48	0.65	0.51	0.60
3.5	0.85	1.10	0.92	1.03
3.5	0.98	1.24	1.06	1.16
3.5	0.73	0.95	0.79	0.89
3.5	0.83	1.06	0.89	0.99
3.5	0.81	1.02	0.88	0.96
3.5	0.61	0.79	0.66	0.73
3.5	0.63	0.80	0.68	0.75
3.5	0.62	0.77	0.67	0.71

4.5	0.37	0.44	0.41	0.43
-----	------	------	------	------

Model gedung	V <sub>x</sub> (kg)	V <sub>y</sub> (kg)	% selisih V <sub>x</sub>	% selisih V <sub>y</sub>
<b>Gedung Beraturan</b>	384474.6	384474.6	-	-
<b>Tidak beraturan model A</b>	399152.8	399152.8	3.82	3.82
<b>Tidak beraturan model B</b>	397722.2	397722.2	3.45	3.45
<b>Tidak beraturan model C</b>	389844.2	389844.2	2.05	2.05



Gambar IV.3. Perbandingan *Drift Ratio* arah-x untuk tiap model



Gambar IV.4. Perbandingan *Drift Ratio* arah-y untuk tiap model

Dari data tabel IV.14. dan IV.15. serta gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) terbesar arah x adalah pada gedung tidak beraturan model B. sedangkan nilai *drift ratio* terbesar arah y adalah pada gedung tidakberaturan model A.

### 3. Base Shear

Tabel IV.5. Perbedaan *base shear*

Dari data tabel diatas dapat dilihat bahwa gedung tidak beraturan model B memberikan gaya geser dasar (*base shear*) terbesar dan memiliki

persentase selisih terbesar diantara gedung tidak beraturan model lain terhadap gedung beraturan.

### 4. Perbedaan kinerja struktur berdasarkan *Performance Based Design*

Tabel IV.6. Perbedaan level kinerja berdasarkan ATC-40

Level Kinerja	Gedung Beraturan	T.B. model A	T.B. model B	T.B. model C
arah-x	Immediate occupancy	Immediate occupancy	Immediate occupancy	Immediate occupancy
arah-y	Immediate occupancy	Immediate occupancy	Immediate occupancy	Immediate occupancy

Dari data tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh model gedung masih termasuk kedalam level *immediate occupancy*. Pada kategori ini kondisi struktur bangunan dalam level aman, resiko korban jiwa dari kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti, dan dapat segera difungsikan/ beroperasi kembali.

### 5. Perbedaan Berat tulangan dan Berat beton

Tabel IV.7. Perbedaan berat tulangan yang diperlukan

Lantai	Gedung Beraturan (kg)	T.B. model A		T.B. model B		T.B. model C	
		Berat(kg)	%selisih	Berat(kg)	%selisih	Berat(kg)	%selisih
10	16668.06	18278.5	9.66	18724.56	12.34	17635.91	5.81
9	13802.98	15300.47	10.85	21993.41	59.34	14330.17	3.82
8	13802.98	15300.47	10.85	21993.41	59.34	14330.17	3.82
7	13802.98	15300.47	10.85	21993.41	59.34	14330.17	3.82
6	11703.41	13074.27	11.71	14413.66	23.16	12421.82	6.14
5	11703.41	13074.27	11.71	14413.66	23.16	12421.82	6.14
4	11703.41	13074.27	11.71	14413.66	23.16	12421.82	6.14
3	8568.19	9928.3	15.87	10758.38	25.56	8643.17	0.88
2	8568.19	9928.3	15.87	10758.38	25.56	8643.17	0.88
1	8568.19	9928.3	15.87	10758.38	25.56	8643.17	0.88
Total	118891.8	133187.6	12.02	160220.9	34.76	123821.3	4.15

Tabel IV.8. Perbedaan berat beton yang diperlukan

Lantai	Gedung Beraturan (kg)	T.B. model A		T.B. model B		T.B. model C	
		Berat(kg)	%selisih	Berat(kg)	%selisih	Berat(kg)	%selisih
10	298525.43	322143.41	7.91	320855.04	7.48	306808.95	2.77
9	226410.72	242744.22	7.21	239545.97	5.80	232335.97	2.62
8	226410.72	242744.22	7.21	239545.97	5.80	232335.97	2.62
7	226410.72	242744.22	7.21	239545.97	5.80	232335.97	2.62
6	204985.36	219210.44	6.94	217649.11	6.18	210158.91	2.52
5	205885.36	220200.44	6.95	218639.11	6.19	211088.91	2.53
4	205885.36	220200.44	6.95	218639.11	6.19	211088.91	2.53
3	188087.77	200419.41	6.56	198950.11	5.78	192674.42	2.44
2	188663.77	201053.01	6.57	199583.71	5.79	193269.62	2.44
1	188663.77	201053.01	6.57	199583.71	5.79	193269.62	2.44
Total	2159928.98	2312512.8	7.06	2292537.8	6.14	2215367.2	2.57

Dari data diatas didapat bahwa persentase selisih kebutuhan tulangan terbesar dibandingkan

terhadap gedung beraturan adalah gedung tidak beraturan model B yaitu dengan selisih 34,76% dan selisih kebutuhan beton terbesar adalah gedung tidak beraturan model A yaitu dengan selisih 7,06%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Ditinjau dari simpangan (*displacement*) struktur, gedung tidak beraturan model A yaitu gedung dengan proyeksi sudut dalam 50% arah-x dan 34% arah-y mengalami simpangan dengan selisih +20,64% ke arah-x dan +27,45% ke arah-y jika dibandingkan dengan model gedung beraturan. Gedung tidak beraturan model B yaitu gedung dengan proyeksi sudut dalam 50% arah-x dan 60% arah-y mengalami simpangan dengan selisih +32,57% ke arah-x dan +8,13% ke arah-y jika dibandingkan dengan model gedung beraturan. Gedung tidak beraturan model C yaitu gedung dengan proyeksi sudut dalam 20% arah-x dan 50% arah-y mengalami simpangan dengan selisih +10,89% ke arah-x dan +19,06% ke arah-y jika dibandingkan dengan model gedung beraturan. Berdasarkan hasil tersebut didapat bahwa semakin besar proyeksi sudut dalam maka akan semakin besar simpangan yang terjadi.
2. Simpangan antar lantai (*drift ratio*) terbesar arah-x adalah pada gedung tidak beraturan model B yaitu 1,35%, sedangkan nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) terbesar arah-y adalah pada gedung tidak beraturan model A yaitu 1,24%.
3. Untuk perhitungan gaya geser dasar seismik (*base shear*), gedung tidak beraturan model A memberikan gaya geser dasar seismik (*base shear*) yang lebih besar diantara model gedung yang lain. Jika dibandingkan dengan gedung beraturan, persentase selisih antara kedua gedung adalah 3,82%.
4. Tidak terdapat perbedaan kinerja struktur berdasarkan *performance based design* untuk masing-masing model, dimana seluruh model gedung dikategorikan ke dalam level *immediate occupancy* untuk arah-x dan arah-y. Pada kategori ini kondisi struktur bangunan dalam level aman, resiko korban jiwa dari kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti, dan dapat segera difungsikan/ beroperasi kembali.
5. Pada perhitungan tulangan didapat bahwa gedung tidak beraturan model B adalah model gedung dengan kebutuhan tulangan terbesar dimana persentase selisih terhadap gedung beraturan adalah +34,76%, dan untuk perhitungan kebutuhan beton didapat bahwa gedung tidak beraturan model A adalah model

gedung dengan kebutuhan beton terbesar dimana persentase selisih terhadap gedung beraturan adalah +7,06%.

### Saran

1. Dalam mendesain suatu gedung sebaiknya dihindari bentuk-bentuk ketidakberaturan horizontal. Gedung dengan bentuk denah persegi akan memberikan kinerja yang lebih baik dari gedung dengan denah yang memiliki sudut dalam. Semakin besar proyeksi sudut dalam denah suatu gedung akan memberikan kinerja struktur yang semakin buruk pula.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi bentuk ketidakberaturan lain, sehingga dapat dibandingkan bentuk ketidakberaturan yang paling ideal dengan kinerja yang lebih baik.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anom, Wibowo dan Sunarmasto. 2013. *Analisis Kinerja Struktur Dengan Metode Performance Based Design Terhadap Gedung Ketidakberaturan Vertikal*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Dewobroto, Wiryanto. 2007. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000 Edisi Terbaru*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hariyanto, Agus. 2011. *Skripsi : Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respons Spektrum*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sampurna, Zuliawan Adi. 2010. *Skripsi : Studi Perbandingan Metode Perhitungan SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-1726-2002 untuk Perhitungan Struktur Portal Beton Bertulang dengan Statik Ekuivalen*. Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Tumilar, Steffie. 2011. *Prosedur Analisis Struktur Beton Akibat Gempa Menurut SNI 03-1726-2010*. Seminar Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia 28 Juli 2011, Jakarta.
- Applied Technology Council, ATC-40 Report. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building: Volume 1*, California.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. BSN, Jakarta.

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983.  
*Peraturan Pembebanan Indonesia untuk  
Gedung 1983.* Yayasan Lembaga  
Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.