

# Analisis Perpindahan Lateral Struktur Beton Bertulang Pada Bangunan Bertingkat Beraturan Dan Ketidak Beraturan Horizontal

Jawarta Simamora<sup>1)</sup>, Leonardus Setia Budi Wibowo<sup>2)</sup>, Didik Purwanto<sup>3)</sup>, Norman Ray<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika  
Jl, Sutorejo Prima Utara II No.1, Kalisari, Kec. Mulyorejo, Kota SBY,  
Jawa Timur 60112  
Email: jawarta1107@gmail.com

<sup>2)</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika  
Jl, Sutorejo Prima Utara II No.1, Kalisari, Kec. Mulyorejo, Kota SBY,  
Jawa Timur 60112  
Email: leonarduswibowo@widyakartika.ac.id

<sup>3)</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika  
Jl, Sutorejo Prima Utara II No.1, Kalisari, Kec. Mulyorejo, Kota SBY,  
Jawa Timur 60112  
Email: didikitats@gmail.com

<sup>4)</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika  
Jl, Sutorejo Prima Utara II No.1, Kalisari, Kec. Mulyorejo, Kota SBY,  
Jawa Timur 60112  
Email: gasman\_f14@yahoo.com

## Abstract

The effect of earthquake forces on buildings will certainly be different if applied to regular and irregular buildings. The performance of structures produced in irregular buildings will be different from the performance of irregular building structures for the same load intensity. In the earthquake resistant structure planning regulations, SNI 1726-2012 concerning structural irregularities. Where in this regulation there are two types of structural irregularities namely horizontal structural irregularities and vertical structural irregularities which are then subdivided into several types of irregularity. The study was carried out to compare the results of building structure performance with horizontal irregularity compared to regular buildings as seen from displacement, drift ratio, base shear, performance level based on ATC-40, differences in reinforcement weight. This research resulted in the largest displacement for the x-direction, namely the type A irregular building where it experiences a deviation of 0,49 m difference and for the y-direction of 0,44 m in the type A irregular building Type A. The biggest drift ratio of the x-direction and direction y is a Type B irregular building that is equal to 0,64 m for the x-direction and 0,57 m for the y-direction. The largest base shear occurs in regular buildings with Type B irregular buildings at 16.34%. the level of performance based on ATC-40 for all building models is immediate occupancy, the biggest reinforcement need is the irregular building model B with a percentage difference of 11,20%.

**Keywords:** Planning; Horizontal Irregularity; SNI 1726-2012

## Abstrak

Pengaruh gaya gempa yang terjadi pada bangunan tentu akan berbeda jika diaplikasikan terhadap bangunan beraturan dan tidak beraturan. Kinerja struktur yang dihasilkan pada gedung tidak beraturan akan berbeda dengan kinerja struktur gedung beraturan untuk intensitas beban yang sama. Pada peraturan perencanaan struktur tahan gempa yaitu SNI 1726-2012 mengenai ketidak beraturan struktur. Dimana dalam peraturan ini terdapat dua jenis ketidak beraturan struktur yaitu ketidak beraturan struktur horizontal dan ketidak beraturan struktur vertikal yang kemudian terbagi lagi menjadi beberapa tipe ketidak beraturan. Penelitian dilakukan bermaksud untuk membandingkan hasil kinerja struktur gedung dengan ketidak beraturan horizontal yang dibandingkan terhadap gedung beraturan yang dilihat dari displacement, drift ratio, base shear, level kinerja berdasarkan ATC-40, perbedaan berat tulangan. Penelitian ini menghasilkan displacement terbesar untuk arah-x yaitu pada gedung tidak beraturan tipe B dimana mengalami simpangan dengan selisih 0,49 m dan untuk arah - y sebesar 0,44 m pada gedung tidak beraturan Tipe A. Drift ratio terbesar arah-x dan arah y adalah gedung tidak beraturan Tipe B yaitu sebesar 0,64 m untuk arah-x dan 0,57 m untuk arah-y. Base shear terbesar terjadi pada gedung beraturan terhadap gedung tidak beraturan Tipe B sebesar 16,34%. level kinerja berdasarkan ATC-40 untuk semua model gedung adalah immediate occupancy, kebutuhan tulangan terbesar yaitu gedung tidak beraturan model B dengan persentase selisih 11,20%.

**Kata Kunci:** Perencanaan; Ketidakberaturan Horizontal; SNI 1726-2012

## PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan gedung bertingkat di Indonesia semakin banyak ditemui. 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 apartemen, hotel, mall, dan lain-lain. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan lahan yang luas semakin sulit diperoleh, sehingga akan sangat mempengaruhi bentuk dari bangunan gedung cenderung tidak beraturan terutama pada bangunan gedung bertingkat.

Dampaknya, akan mempengaruhi daya tahan gaya gempa terhadap bangunan tersebut yang pastinya akan berbeda. 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 menggunakan SNI 1726-2012 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.

Maka diperlukan adanya suatu penelitian tentang Analisa Struktur Beton Bertulang pada Bangunan Bertingkat Beraturan dan Ketidakberaturan Horizontal sesuai SNI 1726-2012.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk membahas Analisis Struktur Beton Bertulang pada Bangunan Bertingkat Beraturan dan ketidakberaturan Horizontal sesuai SNI 1726-2012 diantaranya:

Bagaimana pengaruh gempa terhadap bangunan gedung beraturan dan tidak beraturan bangunan horizontal dari tinjauan *displacement*, *drift*, dan *base shear*?

Bagaimana hasil perbandingan kinerja struktur terhadap gedung bertingkat beraturan dan gedung bertingkat ketidakberaturan?

Bagaimana pengaruh berat tulangan dan berat beton pada setiap model bangunan?

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis dan membandingkan struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan yang ditinjau berdasarkan *displacement*, *drift*, dan *base shear*.

Membandingkan kinerja struktur gedung bertingkat beraturan dan gedung bertingkat ketidakberaturan berdasarkan *Performance Based Design*.

Membandingkan berat tulangan yang diperlukan untuk masing-masing model gedung.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Metode Analisis Beban Gempa

Metode analisis yang digunakan dalam perhitungan gaya gempa mengikuti syarat yang ditulis dalam peraturan SNI 1726-2012 pada tabel 13 halaman yang ke-6.

### Ketidak Beraturan Bangunan

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

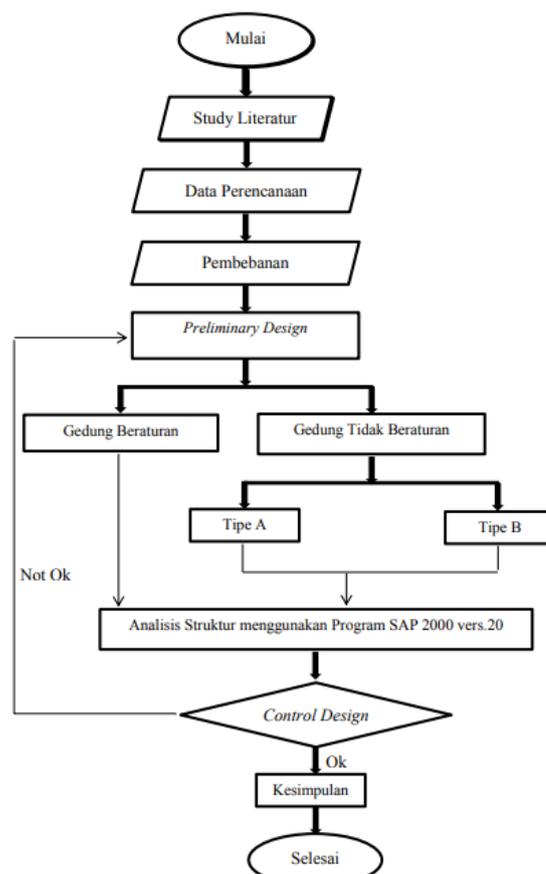
Secara khusus penelitian ini hanya membatasi masalah ketidakberaturan struktur dalam arah horizontal saja.

## Pembebanan

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu, dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada sistem struktur. Beban – beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya – gaya alamiah dan buatan manusia (Schueller,2001). Secara umum, struktur bangunan dikatakan aman dan stabil apabila mampu menahan beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban gempa yang bekerja pada bangunan tersebut.

## METODE PERENCANAAN

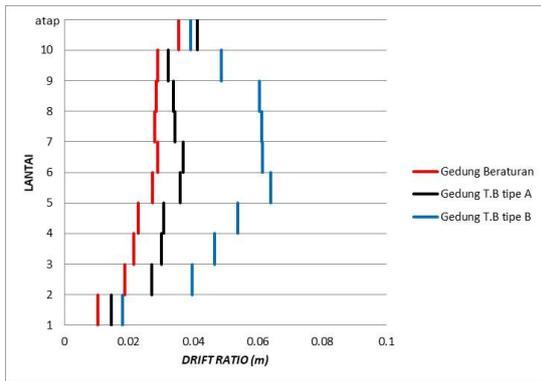
Penelitian yang dilakukan berupa studi perencanaan gedung beton bertulang beraturan dan tidak beraturan. Terdapat tiga model yang akan dibandingkan, untuk memperoleh struktur gedung yang memiliki kinerja lebih baik terhadap beban gempa. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur 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.



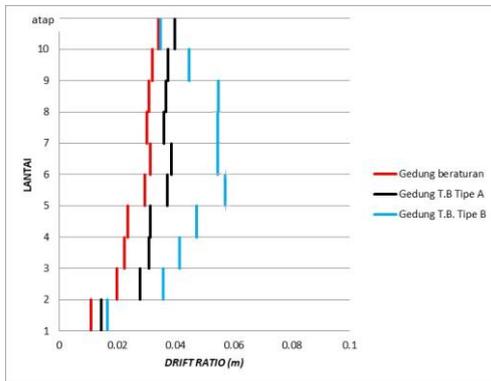
Gambar 1. Flowchart Penelitian



**Drift Ratio**



a) Arah X



b) Arah Y

**Gambar 4.** Perbandingan *Drft Ratio*

Dari data tabel 4.38 dan 4.39. serta gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) terbesar arah x dan arah y adalah terdapat pada gedung tidak beraturan tipe B.

**Base Shear**

Tabel 1. Perbedaan *Base Shear*

Model gedung	V <sub>x</sub> (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	%Selisih (V <sub>x</sub> )	% selisih (V <sub>y</sub> )
Tidak beraturan Tipe A	3653,65	3653,65	0,63	0,63
Tidak Beraturan Tipe B	3160,22	3160,22	516,34	516,34
Gedung Beraturan	3676,56	3676,56	-	-

Dari data tabel diatas dapat dilihat bahwa tipe gedung beraturan memberikan gaya geser dasar (*base shear*) terbesar terhadap kedua tipe gedung tidak beraturan, dan persentase selisih terbesar terhadap gedung tidak beraturan tipe B.

**Cek nilai Performant point**

Tabel 2. Nilai performance point

Tipe Gedung	Nilai Performance Point (m)		Tinggi Gedung (m)	Hasil	
	X	Y		X	Y
Beraturan	0,113	0,094	35	0,0032	0,0026
T.b. tipe a	0,107	0,105	35	0,0031	0,0030
T.b. tipe b	0,142	0,137	35	0,0041	0,0039

Dari data tabel diatas dapat dilihat bahwa seluruh model gedung masih termasuk kedalam level Operasional - *Immidiata 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.

**Perbedaan Berat Tulangan**

Tabel 3. Perbedaan Berat Tulangan Bangunan

Lantai	Berat total (kg)				
	Beraturan	T.B. tipe A	selisih (%)	T.B. tipe B	selisih (%)
1	45161,97	45205,8	0,097	41185,72	-8,80
2	34468,31	40870,36	18,574	41185,72	19,49
3	34468,58	39501,06	14,600	40358,971	17,09
4	34468,85	39501,06	14,599	40358,971	17,09
5	31446,04	32122,95	2,153	37294,82	18,60
6	31446,31	32122,95	2,152	37294,82	18,60
7	31446,58	32122,95	2,151	37294,82	18,60
8	31203,57	31876,02	2,155	33566,86	7,57
9	31203,71	31876,02	2,154	33566,86	7,57
10	31204,00	31876,02	2,154	33566,86	7,57
atap	158486,42	187360,4	18,219	174751,88	10,26
<b>Total</b>	<b>495004,46</b>	<b>544435,6</b>	<b>9,986</b>	<b>550426,35</b>	<b>11,20</b>

Dari data tabel diatas dapat diketahui bahwa persentase selisih kebutuhan tulangan terbesar dibandingkan terhadap gedung beraturan adalah gedung tidak beraturan Tipe B yaitu selisih sebesar 11,20%.

## KESIMPULAN

Jika ditinjau dari hasil perbandingan simpangan (*displacement*) struktur, gedung tidak beraturan tipe A mengalami simpangan dengan selisih **0,32 m** ke arah -x dan **0,33 m** ke arah- y jika dibandingkan dengan model gedung beraturan. Sedangkan gedung tidak beraturan tipe B mengalami simpangan sebesar **0,49 m** ke arah-x dan **0,44 m** ke arah - y jika dibandingkan dengan gedung beraturan. Berdasarkan hasil tersebut didapat bahwa semakin besar proyeksi sudut dalam maka semakin besar simpangan yang terjadi.

*Drift ratio* (simpangan antar lantai) terbesar yang didapat pada arah x maupun arah y adalah gedung tidak beraturan tipe B yaitu sebesar **0,64m** untuk arah x dan **0,57 m**.

Dalam perhitungan gaya geser dasar seismik (*base shear*) yang didapat, gedung beraturan memberikan gaya geser dasar seismik (*base shear*) yang lebih besar dibanding dengan gedung tidak beraturan, dan memberikan persentase selisih yang besar terhadap gedung tidak beraturan tipe B yaitu 16,34%

Tidak terdapat perbedaan kinerja struktur berdasarkan *performance based design* untuk masing-masing model, dimana seluruh model gedung dikategorikan kedalam level *Immidiata Occupancy* untuk yang arah x maupun yang arah y. Pada kategori ini kondisi struktur bangunan dalam level ama, resiko korban jiwa dari kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti, dan dapat segera difungsikan/ beroperasi kembali.

Pada perhitungan tulangan di dapat bahwa gedung tidak beraturan tipe B adalah tipe gedung yang memiliki kebutuhan tulangan terbesar dimana persentase selisih terhadap gedung beraturan adalah **11,20%**.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anom, Wibowo dan Sunarmasto. 2013. Analisis Kinerja Struktur Dengan Metode Performance Based Design Terhadap Gedung Ketidakberaturan Vertikal. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: ICS
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung . Jakarta : ICS
- Hariyanto, Agus. 2011. Skripsi : Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respons Spektrum. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Nur Alvin, Mohamma. STUDI PERILAKU KINERJA STRUKTUR BANGUNAN ATAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISIS NON-LINIER PUSHOVER (Studi kasus : Perencanaan Bangunan Gedung Perkantoran Mako Polda Jatim Surabaya). Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret : Surabaya .

Nur Elliza, Ismailah. 2013. Skripsi : Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs V 9.50 (Studi kasus : Gedung Solo Center Point ). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Purba,H.L. Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Berringkat Beraturan dan Ketidak Beraturan Horizontal Sesuai Sni 03-1726-2012. Universitas Sriwijaya, Palembang.Wantanakorn, D, Mawdesley, M J and Askew, W H (1999) Management errors in construction. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 6(2), 112-20.

El-Askari Khaled Mohamed, S (2000) *A methodology for expenditure planning of irrigation infrastructure using hydraulic modelling techniques*, Unpublished PhD Thesis, Department of Engineering, University of Southampton.

Burns, T and Stalker, G M (1966) *The management of innovation*. London: Tavistock.