

## STUDI ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT TIDAK BERATURAN TERHADAP SOFT STOREY AKIBAT BEBAN GEMPA

**Muhammad Nur Fajar<sup>1\*</sup>, A. Didik Setyo P.2, Ertson Steven Mangandar<sup>3</sup>**

<sup>1\*,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong  
Jln. Pendidikan, No. 27, Kota Sorong, Papua Barat Daya

\*muhammad.n.fajar53@gmail.com

### Abstrak

*Pada perkembangannya banyak owner hotel yang ingin menambahkan unsur arsitektural pada gedung hotel yang akan dibangun, seperti tidak beraturan geometri yang dapat membuat penampilan bangunan hotel dapat menjadi lebih menarik, tetapi di sisi lain juga dapat menyebabkan gedung berperilaku buruk. Pada penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar efek soft storey pada struktur gedung tidak beraturan. Pemodelan struktur yang ditinjau pada penelitian kali ini adalah struktur tidak beraturan, kemudian di bandingkan jika terdapat efek soft storey dan tanpa soft storey. Kemudian beban gempa dihitung dengan metode Respon Spektrume Analisis berdasarkan SNI 1726-2012. Selanjutnya dikontrol analisis kinerja batas layan, kinerja batas ultimit, dan ATC 40. Perbandingan hasil displacement dari kedua struktur untuk arah X sebesar 52,86%, dan untuk arah Y sebesar 51,89%. Selanjutnya untuk hasil drift ratio maksimal struktur tidak beraturan tanpa soft storey terlelak pada lantai 2 menuju lantai 3 sedangkan untuk struktur tidak beraturan dengan soft storey nilai drift ratio maksimal terletak pada lantai dasar. Kontrol kinerja struktur tidak beraturan dengan soft storey untuk kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit masih termasuk dalam kategori aman atau memenuhi syarat.*

**Kata kunci:** Kinerja Struktur, Soft Storey, Struktur Tidak Beraturan

### Abstract

*Many hotel owners want to add architectural features, such as irregular geometry, to the building they are planning to construct. On the one hand, this can improve the building's beauty, but on the other hand, it can also make it perform poorly. This study looks at the impact that soft storeys have on atypical building structures. An irregular structure was modeled structurally for this study, and the effects of a soft storey and an absence of a soft storey effect were compared. Moreover, control was exercised over the analysis of service limit performance, ultimate limit performance, and ATC 40. For the two constructions' displacement findings in the X and Y directions, respective values were 52.86% and 51.89%. Also, for irregular structures without soft storey, the largest drift ratio value is found on the second to third floors, whereas for irregular structures with soft storey, it is found on the ground floor. When it comes to service limit performance and ultimate limit performance, irregular structures with soft storey still fall under the safe or qualified category.*

**Keywords:** Structure Performance, Soft Storey, Irregular Structure

## 1. PENDAHULUAN

Desain struktural bertujuan untuk menciptakan struktur yang stabil, kuat dan tahan lama yang memenuhi, antara lain, ekonomi dan kemudahan penggunaan. Suatu struktur dikatakan stabil jika tidak roboh, terguling, atau bergerak dengan mudah selama perancangan bangunan. Untuk superstruktur, pier merupakan bagian struktur yang paling penting untuk diperhatikan, karena keruntuhan pier tersebut

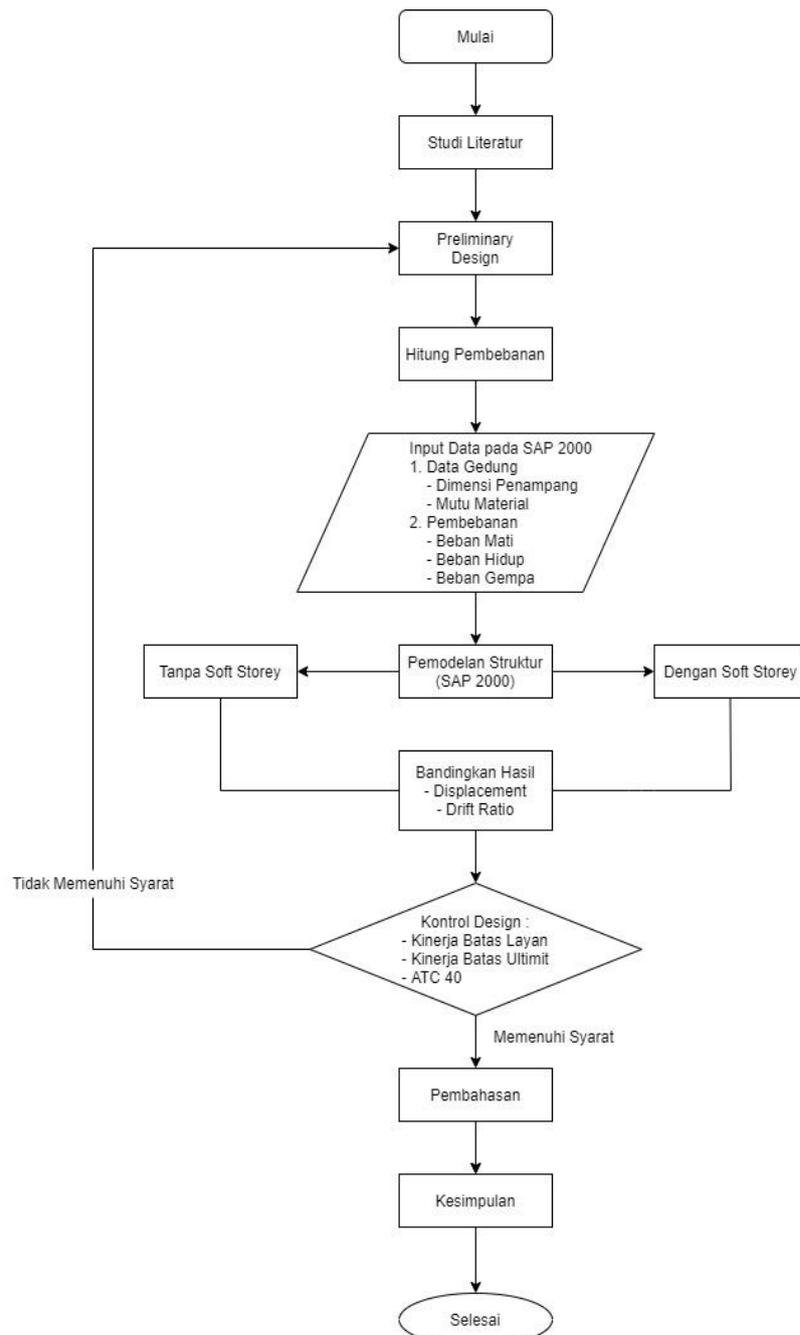
dapat menyebabkan runtuhnya seluruh upper struktur

Namun pada perkembangannya banyak owner hotel yang ingin menambahkan unsur arsitektural pada gedung hotel yang akan dibangun, seperti tidak beraturan geometri yang dapat membuat penampilan bangunan hotel dapat menjadi lebih menarik, Namun di sisi lain juga dapat menyebabkan malfungsi bangunan karena struktur gedung tidak beraturan memiliki displacement yang tinggi dibandingkan dengan

struktur gedung simetris. Sama halnya dengan Ketinggian lantai yang tidak rata menyebabkan distribusi kekakuan yang tidak terdistribusi secara merata pada bangunan dalam arah vertikal, maka langkah yang lebih tinggi kurang kaku. Nilai tinggi dan kekakuan yang kurang dapat menyebabkan lapisan lunak. Sistem pendukung seperti ini banyak dijumpai di bidang tata ruang dan perancangan arsitektur.

## 2. METODELOGI

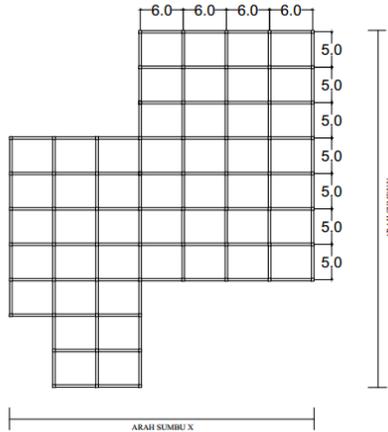
Prosedur dalam penelitian ini yaitu studi kasus terhadap struktur ketidakberaturan arah vertical dan horizontal dengan soft storey dan tanpa soft storey dengan Analisis spektrum respon untuk mencapai tujuan penelitian yang diharapkan yaitu observasi seberapa besar efek soft storey terhadap kinerja struktur gedung ketidakberaturan arah vertical dan arah horizontal, jika di tinjau berdasarkan displacement, drift, dan base shear. Berikut adalah alur pada penelitian ini :



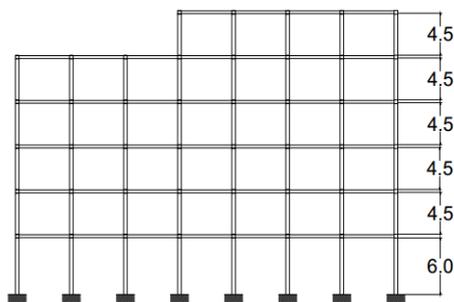
**Gambar 1. Alur Penelitian**

## 2.1. Data Bangunan

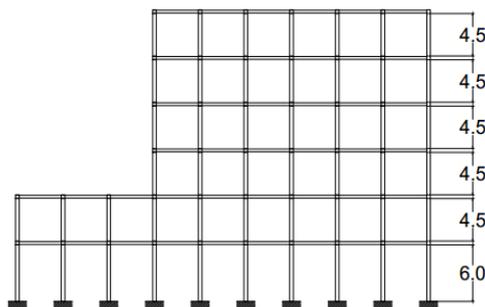
Sistem Struktur : SRPMK  
Fungsi Struktur : Hotel  
 $F_c'$  : 30 MPa  
 $F_{yLongitudinal}$  : 410 MPa  
 $F_{ySenggang}$  : 240 MPa



Gambar 2. Denah Gedung Lantai Dasar (Studi Literatur)



Gambar 3. Potongan Arah X (Studi Literatur)



Gambar 4. Potongan Arah Y (Studi Literatur)

## 2.2 Analisa Beban Gempa (Respon Spectrume Analysis)

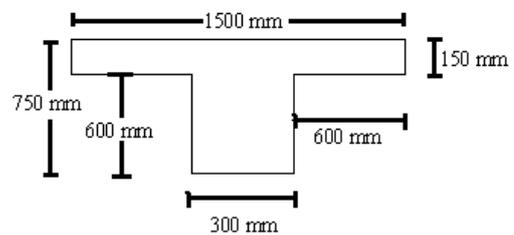
Berikut adalah proses menentukan beban gempa yang digunakan :

- Menentukan Nilai  $S_s$  dan  $S_1$
- Menentukan Nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$
- Menentukan Nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$
- Menentukan Nilai  $T_0$  dan  $T_s$
- Menentukan Respon Spektrum Gempa Rencana
- Menentukan scale factor

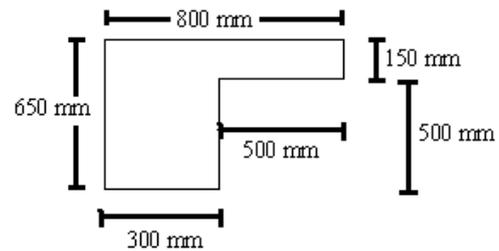
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Preliminary Design

Dari hasil perhitungan prarencana dimensi balok, kolom dan tebal pelat diperoleh hasil sebagai berikut:

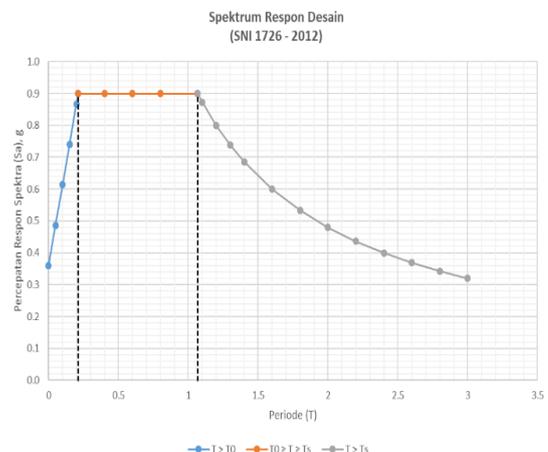


Gambar 5. Desain Penampang Balok Tengah (Hasil Analisa)



Gambar 6. Desain Penampang Balok Tepi (Hasil Analisa)

### 3.2. Hasil Respon Spectrume Analysis

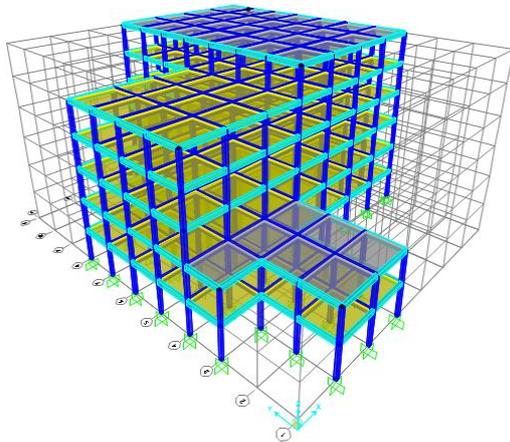


Gambar 6. Hasil Perhitungan Beban Gempa (Hasil Analisa)

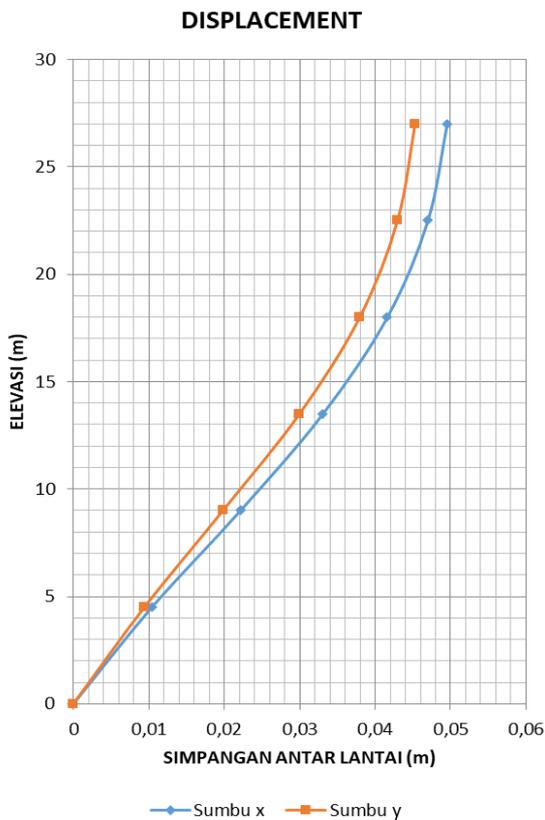
Selanjutnya hasil perhitungan beban gempa ini akan diinput pada software untuk mengetahui kemampuan struktur untuk memikul beban gempa.

**3.3. Model Struktur Tanpa Soft Storey**

Berikut adalah hasil displacement untuk struktur tanpa *Soft storey* :



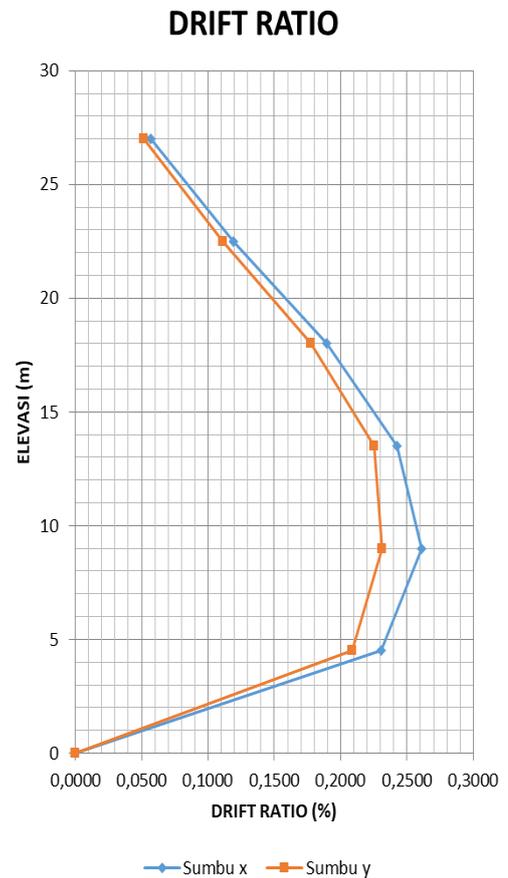
**Gambar 7. Model Struktur Dengan Soft Storey (Hasil Analisa)**



**Gambar 8. Kurva Displacement Struktur tanpa Soft Storey (Hasil Analisa)**

Dari kurva di atas dapat dilihat bahwa hasil simpangan (Displacement) terbesar berada pada arah sumbu x. hal ini dikarenakan, panjang bentang secara keseluruhan bentang arah sumbu y lebih besar dibandingkan dengan arah sumbu x maka kekakuan disumbu y lebih besar dibandingkan dengan arah sumbu x.

Selanjutnya adalah hasil drift ratio (*Storey Drift*) untuk struktur tanpa soft storey :

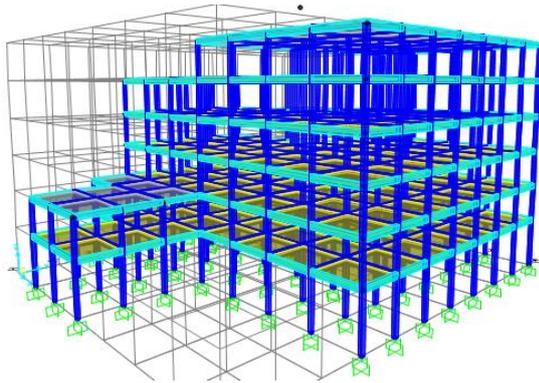


**Gambar 9. Kurva Drift Ratio Struktur Tanpa Soft Storey (Hasil Analisa)**

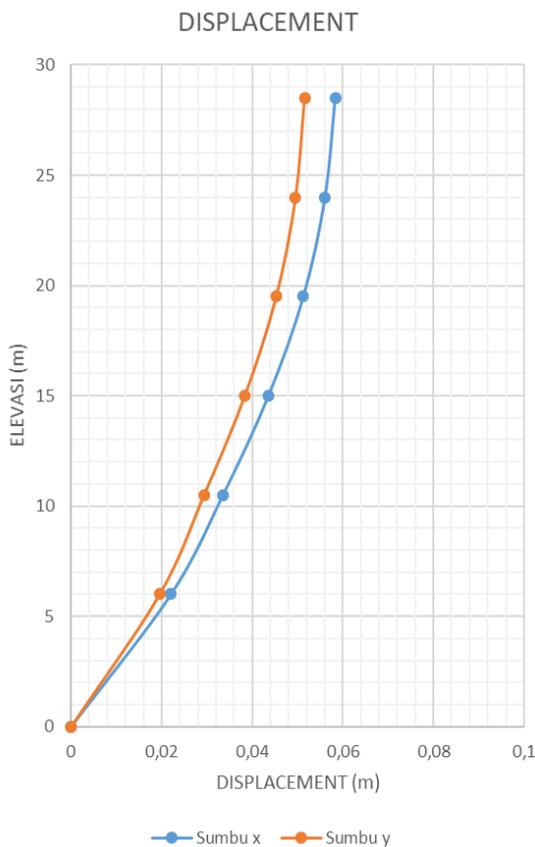
Dari kurva di atas nilai drift ratio terbesar pada arah sumbu x terdapat pada lantai 3 struktur ( $h = 9$  m) dengan nilai drift ratio sebesar 0,302 %, kemudian nilai drft ratio terbesar pada sumbu y terdapat pada lantai 3 struktur ( $h = 9$  m) dengan nilai drift ratio sebesar 0,268 %.

**3.4 Model Struktur Dengan Soft Storey**

Berikut adalah hasil displacement untuk struktur dengan *Soft storey* :



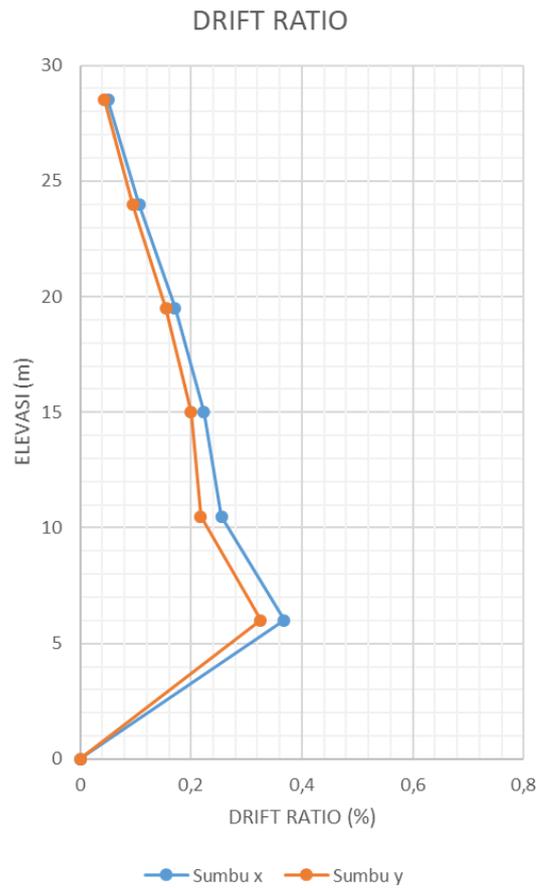
**Gambar 10. Model Struktur Dengan Soft Storey (Hasil Analisa)**



**Gambar 11. Kurva Displacement Struktur Dengan Soft Storey (Hasil Analisa)**

Dari tabel dan kurva di atas dapat dilihat bahwa hasil simpangan (Displacement) terbesar berada pada arah sumbu x. hal ini dikarenakan, panjang bentang secara keseluruhan bentang arah sumbu y lebih besar dibandingkan dengan arah sumbu x maka kekakuan disumbu y lebih besar dibandingkan dengan arah sumbu x.

Selanjutnya adalah hasil drift ratio (Storey Drift) untuk struktur dengan soft storey :



**Gambar 12. Kurva Drift Ratio Struktur Dengan Soft Storey (Hasil Analisa)**

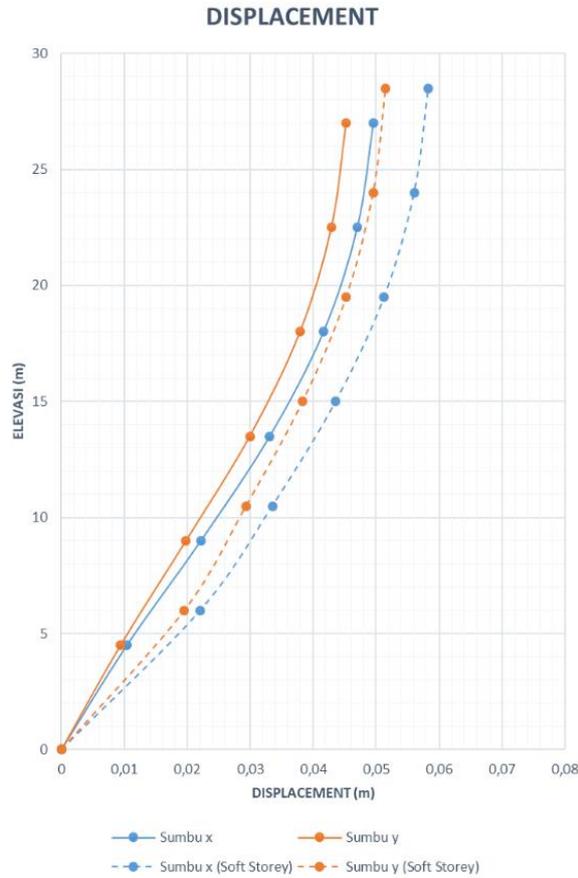
Dari kurva di atas nilai drift ratio terbesar pada arah sumbu x terdapat pada lantai 2 struktur ( $h = 6$  m) dengan nilai drift ratio sebesar 0,367 %, kemudian nilai drift ratio terbesar pada sumbu y terdapat pada lantai 2 struktur ( $h = 6$  m) dengan nilai drift ratio sebesar 0,325 %

### 3.5 Perbandingan Hasil Displacement dan Drift Ratio Struktur.

Berikut kurva perbandingan struktur tidak beraturan tanpa soft storey dan dengan soft storey :

**Tabel 1 Perbandingan Hasil Displacement**

Lantai	Tanpa Soft Storey		Dengan Soft Storey		Perbandingan	
	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	Selisih x (%)	Selisih y (%)
Atap	0.0495	0.0453	0.0583	0.0515	15.1072	12.1704
6	0.0470	0.0429	0.0561	0.0496	16.2523	13.3647
5	0.0416	0.0379	0.0513	0.0453	18.9155	16.2219
4	0.0331	0.0299	0.0436	0.0383	24.1382	21.8840
3	0.0221	0.0198	0.0335	0.0293	33.9539	32.4854
2	0.0104	0.0094	0.0220	0.0195	52.8630	51.8867
Lantai Dasar	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



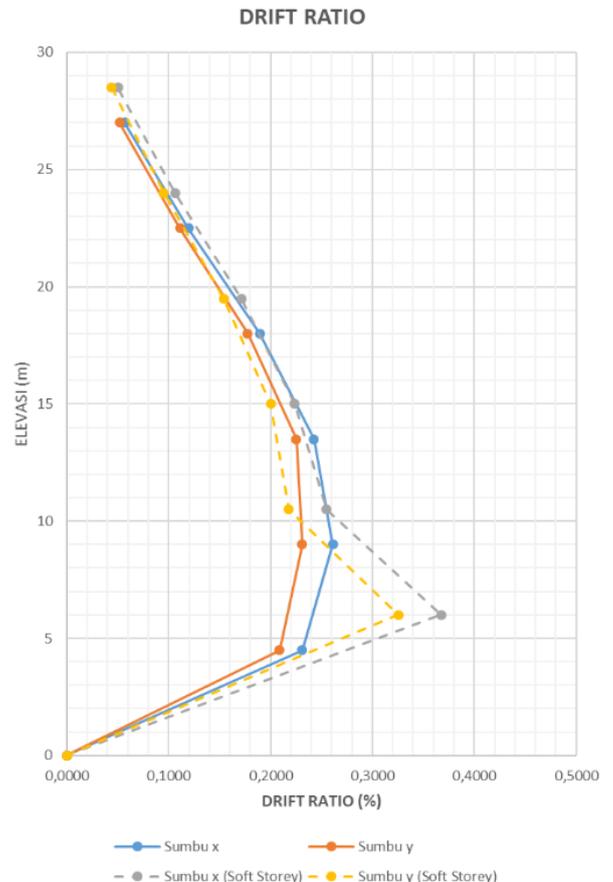
**Gambar 13. Kurva Perbandingan Displacement (Hasil Analisa)**

Dari hasil Displacement dan drift ratio pada kurva di atas dapat disimpulkan bahwa efek soft storey pada struktur tidak beraturan cukup besar karena perbandingan selisih nilai displacement struktur tidak beraturan tanpa soft storey dan dengan soft storey mencapai 52,86 % pada arah sumbu x dan 51,87 % pada arah sumbu y.

Selanjutnya adalah perbandingan hasil dari drift ratio antara struktur tanpa soft storey dengan struktur dengan soft storey.

**Tabel 2 Perbandingan Hasil Drift Ratio**

Lantai	Tanpa Soft Storey		Dengan Soft Storey	
	DR x (%)	DR y (%)	DR x (%)	DR y (%)
Atap	0.0567	0.0518	0.0500	0.0440
6	0.1194	0.1112	0.1064	0.0952
5	0.1896	0.1774	0.1715	0.1542
4	0.2426	0.2254	0.2234	0.2002
3	0.2610	0.2312	0.2550	0.2177
2	0.2309	0.2088	0.3673	0.3255
Lantai Dasar	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



**Gambar 14. Kurva Perbandingan Drift Ratio (Hasil Analisa)**

Kemudian untuk hasil drift ratio pada struktur tidak beraturan yang awalnya dengan berat struktur yang sama dan beban yang sama tanpa soft storey nilai drift ratio terbesarnya terdapat pada lantai 3 struktur (h = 9 m) dengan nilai 0,26 % untuk arah sumbu x dan 0,23 % untuk arah sumbu y.

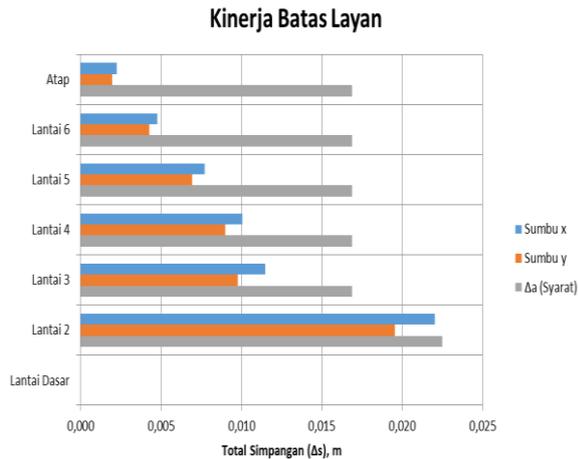
Namun setelah di ubah tinggi tingkat pada lantai dasarnya yang menyebabkan terjadinya soft storey nilai drift ratio terbesarnya terdapat pada lantai 2 struktur (h = 6 m) dengan nilai 0,37 % untuk arah sumbu x dan 0,33 % untuk sumbu y. hasil ini disebabkan karena kekakuan pada lantai 2 setelah diberikan efek soft storey akan menurun hingga struktur lebih mudah berdeformasi.

**3.6 Evaluasi Kinerja Struktur**

Berikut adalah kinerja batas layan dari struktur tanpa soft storey dan dengan soft storey untuk sumbu x dan sumbu y :

**Tabel 3**  
**Kinerja Batas Layan Struktur**

Lantai	Hx (m)	$\delta x$ (m)	$\delta y$ (m)	$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$\Delta a$ (Syarat) (m)	Ket.
Atap	4.5	0.0583	0.0515	0.0023	0.0020	0.0169	Memenuhi Syarat
Lantai 6	4.5	0.0561	0.0496	0.0048	0.0043	0.0169	Memenuhi Syarat
Lantai 5	4.5	0.0513	0.0453	0.0077	0.0069	0.0169	Memenuhi Syarat
Lantai 4	4.5	0.0436	0.0383	0.0101	0.0090	0.0169	Memenuhi Syarat
Lantai 3	4.5	0.0335	0.0293	0.0115	0.0098	0.0169	Memenuhi Syarat
Lantai 2	6	0.0220	0.0195	0.0220	0.0195	0.0225	Memenuhi Syarat
Lantai Dasar	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Memenuhi Syarat

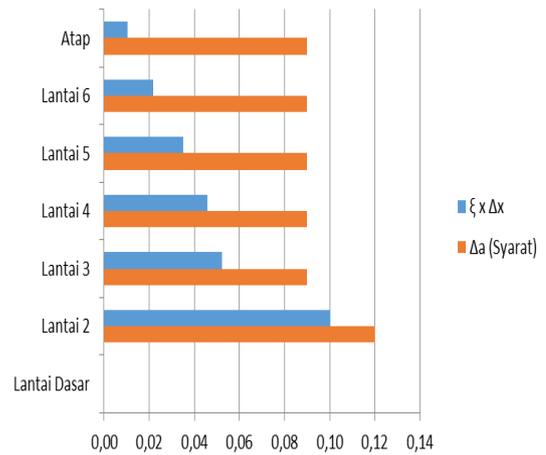


**Gambar 15. Diagram Kinerja Batas Layan Struktur (Hasil Analisa)**

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa kinerja batas layan struktur dari lantai dasar sampai atap masuk dalam kategori memenuhi syarat. Selanjutnya adalah kinerja batas ultimate dari struktur tanpa soft storey dan dengan soft storey untuk sumbu x dan sumbu y :

**Tabel 4**  
**Kontrol Kinerja Batas Ultimit Sumbu X**

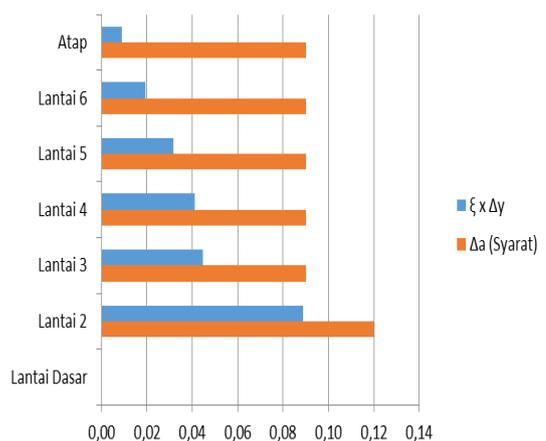
Lantai	Hx (m)	$\delta x$ (m)	$\Delta x$ (m)	$\xi x \Delta x$ (m)	$\Delta a$ (Syarat) (m)	Ket.
Atap	4.5	0.0583	0.0023	0.0102	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 6	4.5	0.0561	0.0048	0.0218	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 5	4.5	0.0513	0.0077	0.0351	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 4	4.5	0.0436	0.0101	0.0458	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 3	4.5	0.0335	0.0115	0.0522	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 2	6	0.0220	0.0220	0.1003	0.1200	Memenuhi Syarat
Lantai Dasar	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Memenuhi Syarat



**Gambar 16. Diagram Kinerja Ultimit Sumbu X (Hasil Analisa)**

**Tabel 5**  
**Kontrol Kinerja Batas Ultimit Sumbu Y**

Lantai	Hx (m)	$\delta y$ (m)	$\Delta y$ (m)	$\xi x \Delta y$ (m)	$\Delta a$ (Syarat) (m)	Ket.
Atap	4.5	0.0515	0.0020	0.0090	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 6	4.5	0.0496	0.0043	0.0195	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 5	4.5	0.0453	0.0069	0.0316	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 4	4.5	0.0383	0.0090	0.0410	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 3	4.5	0.0293	0.0098	0.0446	0.0900	Memenuhi Syarat
Lantai 2	6	0.0195	0.0195	0.0889	0.1200	Memenuhi Syarat
Lantai Dasar	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Memenuhi Syarat



**Gambar 17. Diagram Kinerja Ultimit Sumbu Y (Hasil Analisa)**

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa hasil perhitungan kontrol beban putus bangunan arah X dan arah Y pada masing-masing lantai mencapai nilai batas yang dipersyaratkan. Selanjutnya akan dianalisa level kinerja

menggunakan standar aturan ATC-40, berikut adalah tabel *analisa performance based design* :

**Tabel 6**  
**Level kinerja struktur berdasarkan ATC-40**

Beban Gempa	Maksimum Total Drift	Maksimum Total In-Elastic	Level Kinerja
Arah x	0.0020	0.0013	Immediate Occupancy
Arah y	0.0018	0.0011	Immediate Occupancy

Hasil analisis evaluasi kinerja struktur ATC-40 menunjukkan bahwa struktur tidak beraturan dengan soft storey arah X dan Y, nilai defleksi maksimum semua struktur dan infleksibilitas defleksi maksimum termasuk dalam immediate occupancy (IO) kategori tingkat struktur bangunan aman, resiko korban jiwa akibat kerusakan struktur dapat diabaikan, dan bangunan tidak akan mengalami kerusakan yang berarti akibat gempa yang direncanakan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja struktur tidak beraturan terhadap soft storey akibat beban gempa. Diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Mengenai perubahan struktur, pengaruh lapisan lunak terhadap struktur tidak beraturan sangat besar dibandingkan dengan struktur tidak beraturan tanpa lapisan lunak, perbandingan perbedaan hasil perpindahan lapisan dasar dengan efek lapisan lunak adalah 52,86%. X dan 51 sumbu. 89% pada sumbu Y. Kemudian dilihat dari creep ratio struktur, struktur tidak beraturan tanpa lapisan lunak, nilai creep ratio tertinggi terdapat pada lantai 2 sampai lantai 3, dengan nilai drift ratio pada sumbu X 0,26% dan pada sumbu Y 0,21%. Sedangkan untuk struktur tidak beraturan dengan lapisan lunak, nilai creep ratio tertinggi adalah dari lantai dasar sampai lantai 2, dimana efek soft layer terjadi pada segmen ini dengan nilai creep ratio 0,37 % dan pada sumbu Y sebesar 0,32%.

Kinerja struktur tidak beraturan dengan soft storey berdasarkan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit pada sumbu X dan Sumbu Y masih termasuk dalam kategori memenuhi syarat. Kemudian level kinerja struktur tidak beraturan terhadap soft storey berdasarkan Performance Based Design (ATC 40) pada sumbu X dan sumbu Y, jika ditinjau berdasarkan aliran total maksimum dan hambatan total maksimum termasuk dalam kategori Immediate occupancy (IO)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, William. 2017. Skripsi : Studi Perbandingan Gedung Beton Bertulang Dengan Ketidakberaturan Geometri Horizontal Dan Vertikal Tanpa Soft Story Dan Dengan Soft Story Pada Lantai Dasar. Universitas Katolik Parahyangan.
- Anthonius, Widhianto. 2013. Jurnal : Efek Soft Storey Pada Respon Dinamik Struktur Gedung Beton Bertulang Tingkat Tinggi. Universitas Diponegoro
- ATC-40. 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume I. California. Seismic Safety Commission State of California.
- Badan Standardisasi Nasional, 2012. SNI 1736:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2013.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2007. NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures (FEMA 451B) Hariyanto, Agus. 2011. Skripsi : Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respons Spektrum. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Purba, Hotma L. 2014. Jurnal : Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Beraturan Dan Ketidak Beraturan Horizontal Sesuai Sni 03-1726-2012. Universitas Sriwijaya
- Purnomo, Edy. 2014. Jurnal : Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus : Bangunan Hotel Di Semarang). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.