

**TINJAUAN STRUKTUR
GEDUNG TIDAK BERATURAN HORIZONTAL
DENGAN METODE ANALISIS PUSHOVER & BEBAN GEMPA TIME HISTORY**

Redha Arima RM¹⁾, Indra Khaidir²⁾, Selva Oktavia³⁾

**^{1,2,3)}Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta**

Email : ¹⁾redhaarimarm@bunghatta.ac.id, ²⁾indrakhaidir@bunghatta.ac.id, ³⁾selvaoktavia3@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan gedung bertingkat di era belakangan ini berkembang sangat pesat sekali, baik itu gedung hotel, perkantoran, rumah sakit, maupun bangunan lainnya. Dalam pembangunan, untuk mendapatkan aspek estetika serta juga dipengaruhi oleh keterbatasan lahan, konstruksi gedung bertingkat tidak hanya didesain dengan struktur yang beraturan berbentuk persegi ataupun simetris, namun juga didesain dengan struktur yang tidak beraturan. Di Indonesia, sebagian besar wilayahnya terletak dalam wilayah gempa dengan intensitas moderat hingga tinggi. Salah satunya Kota Padang, Ibu Kota Sumatera Barat ini merupakan daerah sangat rawan gempa karena terletak di antara dua lempeng aktif dunia. Gempa besar yang pernah terjadi di Kota Padang berkekuatan $\pm 7,9$ SR pada tanggal 30 September 2009 menyebabkan beberapa bangunan mengalami kegagalan struktur, gedung-gedung hancur dan rusak total. Pada bangunan tahan gempa, geometri denah struktur bangunan sangat berpengaruh dalam merespon gaya gempa. Bangunan beraturan, sederhana, dan simetris akan mempunyai respon lebih baik terhadap gempa dibandingkan dengan bangunan yang tidak beraturan (Pauly dan Preisly, 1992). Penelitian ini menganalisis salah satu struktur gedung hotel existing tidak beraturan di Kota Padang dengan menganalisis beban gempa Time History. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kapasitas struktur gedung tinjauan akibat pengaruh gaya gempa, termasuk mekanisme keruntuhan yang terjadi. Dari hasil penelitian diperoleh gaya geser maksimum yang dapat diterima struktur adalah 18344.6041 kN dengan displacement 291,435 mm akibat Push-X, dan 18611.7226 kN dengan nilai displacement 190.459 mm akibat Push-Y. Displacement yang terjadi masih dibawah displacement izin yaitu $2\% \times H$ yaitu 442 mm. Didapat *maksimum total drift* 0.013 arah X, 0.010 arah Y serta *maksimum In-elastic drift* 0.011 arah X & 0.006 arah Y, sehingga berdasarkan *Drift Limitation* parameter level kinerja, struktur gedung tinjauan termasuk dalam level *Damage Control (DC)*. Dari masing-masing tinjauan gempa riwayat waktu didapatkan Hasil Analisis Nonlinear Time History Northridge 1994 dengan *Drift Maksimum* 2.45 %. Riwayat Gempa Kobe 1995 7.598 %, Riwayat Gempa Chichi 5.757 % dan Penskalaan Riwayat Gempa Padang 2.174 %.

Kata kunci: Kapasitas struktur, Struktur tidak beraturan, *Pushover*, *THA*, FEMA 356, FEMA-440.

TINJAUAN STRUKTUR GEDUNG TIDAK BERATURAN HORIZONTAL DENGAN METODE ANALISIS PUSHOVER & BEBAN GEMPA TIME HISTORY

Redha Arima RM, Indra Khaidir
Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Email : ¹⁾redhaarimarm@bunghatta.ac.id, ²⁾indrakhaidir@bunghatta.ac.id, ³⁾selvaoktavia3@gmail.com

A. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat di era belakangan ini berkembang sangat pesat sekali, baik itu gedung hotel, perkantoran, rumah sakit, maupun bangunan lainnya. Dalam pembangunan, untuk mendapatkan aspek estetika serta juga dipengaruhi oleh keterbatasan lahan, konstruksi gedung bertingkat tidak hanya didesain dengan struktur yang beraturan berbentuk persegi ataupun simetris, namun juga didesain dengan struktur yang tidak beraturan terhadap gempa sangat penting dilakukan. Kota Padang Salah satu ibukota yang berada di Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis Provinsi Sumatera Barat berada di pesisir barat pulau Sumatera yang merupakan daerah rawan gempa karena terletak di antara dua lempeng aktif dunia. Gempa besar yang pernah terjadi di Kota Padang berkekuatan $\pm 7,9$ SR pada tanggal 30 September 2009 menyebabkan beberapa bangunan mengalami kegagalan struktur, gedung-gedung hancur dan rusak total.

Standar atau Peraturan ditetapkan dalam sebuah perencanaan dikarenakan Respon

struktur dikarenakan pengaruh gaya gempa berbeda-beda pada setiap bangunan dan sangat dipengaruhi oleh bentuk bangunan itu sendiri. Bangunan dengan bentuk beraturan, sederhana, dan simetris akan mempunyai respon lebih baik terhadap gempa dibandingkan dengan bangunan yang tidak beraturan (Pauly dan Preisly, 1992).

Pada bangunan yang tidak beraturan, karena pengaruh gaya gempa akan mengakibatkan terjadinya eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan, sehingga bangunan bisa mengalami torsi, gaya dalam yang besar dan memiliki respon dan kinerja yang kurang baik pada struktur.

Berdasarkan uraian diatas tentang bangunan yang tidak beraturan, khususnya bangunan yang memiliki ketidakberaturan horizontal, penulis melakukan analisis terhadap salah satu struktur gedung existing yang tidak beraturan dengan menggunakan metode pushover non-linier berdasarkan aturan SNI 1726-2019, 2847-2019 & 1727-2020. Analisis pushover adalah suatu analisis statik nonlinear dimana pengaruh

gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya dieksitasikan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya sendi plastis (pelelehan) pertama di dalam truktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut sampai struktur mengalami perubahan pasca elastik yang besar dan mencapai kondisi plastis hingga collapse.

Dengan melatar belakangi uraian diatas penulis melakukan analisi pada salah satu struktur gedung tidak beraturan di Kota Padang, dengan judul penelitian yaitu *Tinjauan Struktur Gedung Tidak Beraturan Horizontal Dengan Metode Analisis Pushover & Beban Gempa Time History*.

b. Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja struktur Gedung Tidak beraturan di Kota padang, Sumatera Barat dengan metode pushover non-linier & terhadap beban gempa riwayat waktu. Tujuan yang hendak dicapai dari analisis ini adalah:

1. Mengetahui besarnya perpindahan maksimum dan gaya geser maksimum yang mampu ditahan oleh struktur.
3. Mengetahui nilai maksimum drift struktur akibat beban gempa riwayat waktu metode *Nonlinear Time History*.

c. Batasan Masalah

Agar pembahasan jelas dan lebih terarah maka penulis memberikan batasan masalah penulisan sebagai berikut :

1. Analisis dilakukan pada struktur gedung existing yang memiliki ketidakberaturan horizontal.
2. Analisis dilakukan pada struktur atas. (*Upper Structure*).
3. Hasil analisis yang dianalisa yaitu kapasitas sruktur, deformasi maksimum, dan gaya geser maksimum yang mampu ditahan struktur terhadap 2 sumbu global, serta performa kinerja struktur.
4. Kajian ulang ini tidak membahas tentang ketidak beraturan vertikal pada gedung yang ditinjau.
5. Hasil analisis yaitu untuk keperluan study dan literatur.

B. LANDASAN TEORI

Dalam SNI 1726 2019. Tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan nongedung pasal 7.3.2, struktur bangunan gedung diklasifikasikan sebagai beraturan atau tidak beraturan berdasarkan pada beberapa kriteria. Klasifikasi tersebut harus didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur bangunan gedung.

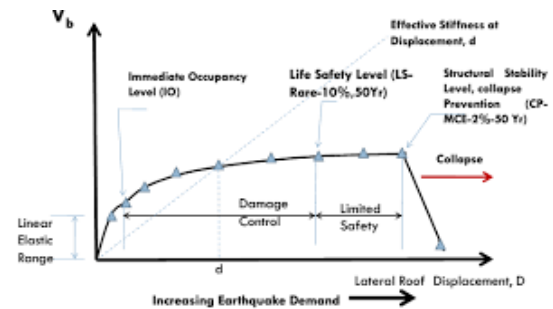
Hal ini dikarenakan, respon struktur gedung yang beraturan dengan yang tidak beraturan sangat berbeda dalam merespon gaya gempa yang dipengaruhi oleh pusat

massa dan pusat kekakuan struktur tersebut, sebagai mana diungkapkan oleh Schodek (1998:530) bahwa gaya lateral akibat gempa mempunyai sifat inersia, jadi berkaitan langsung dengan setiap massa gedung tersebut. Lokasi massa yang tidak simetris dapat menyebabkan gaya-gaya pada massa tersebut menimbulkan momen torsi pada gedung yang pada akhirnya dapat meruntuhkan gedung. Struktur simetris tidak mengalami gaya torsi besar sehingga jenis struktur ini lebih direkomendasikan dibandingkan struktur tidak simetris.

Salah satu metode untuk analisis beban gempa adalah analisis pushover. Analisis dengan pushover dilakukan untuk mengetahui berapa besar gaya maksimum yang mampu ditahan oleh struktur, level kinerja, dan mengetahui pola keruntuhan struktur gedung tinjauan akibat beban gempa yang disimulasikan. Analisis statis non-linear (*pushover analysis*) merupakan salah satu performance based design dengan konsep memberikan suatu pola beban lateral statik terhadap bangunan secara bertahap sampai memenuhi target perpindahan lateral yang direncanakan. Hasil dari metode ini adalah kurva base shear vs roof displacement yang selanjutnya diproses untuk menentukan titik kinerja (*performance point*) dan tingkat kinerja struktur dengan berdasarkan ATC-40 1996, FEMA 356 & FEMA-440

Applied Technologi Council-40 (1996)

membagi level kondisi kerusakan (damage state) dan kinerja bangunan dibagi menjadi beberapa kategori level kinerja struktur, pembagian level kinerja bangunan ditampilkan dalam gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Level Kinerja Struktur

Dari ATC-40, Tingkatan level struktur tahan gempa adalah sebagai berikut:

1. Immediate Occupancy (IO)

Bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non structural, sehingga dapat langsung dipakai.

2. Damaged Control

Tingkat kerusakan struktural yang terjadi berada di antara IO dan LS. Tingkat ini memiliki kemampuan yang lebih baik dalam membatasi kerusakan struktural yang terjadi pada bangunan dibandingkan LS

3. Life Safety (LS)

Bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa dengan sedikit kerusakan struktural, manusia yang tinggal/berada pada

bangunan tersebut terjaga keselamatannya dari gempa bumi.

4. Structural Stability (SS)

Kondisi dimana struktur telah mengalami kerusakan parsial ataupun total, kerusakan yang terjadi telah menyebabkan degradasi kekuatan dan kekakuan pada sistem penahan gaya lateral.

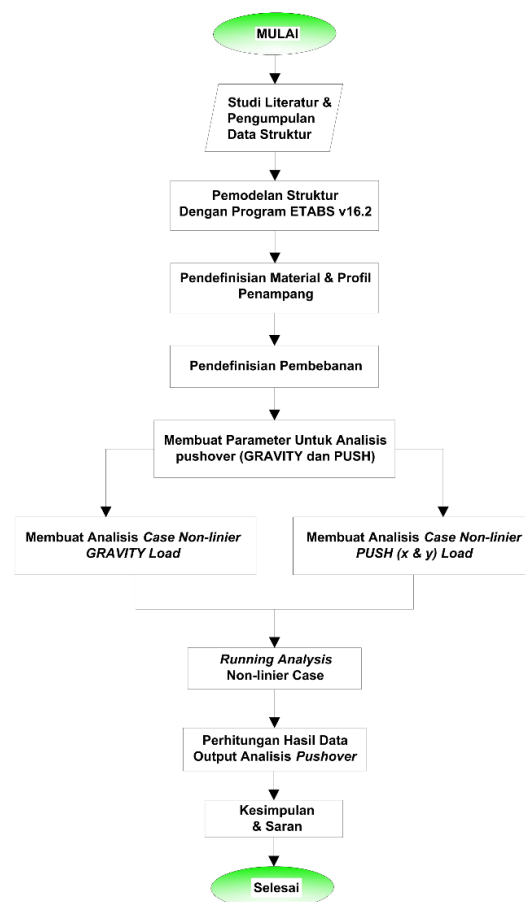
Berdasarkan ATC-40, batasan rasio drift pada performance point yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Level Performa Struktur, ATC-40

Drift limitation	Level of structural performance			
	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
<i>Maximum total drift</i>	0.01	0.01-0.02	0.02	$0.33 \frac{V_i}{P_i}$
<i>Maximum inelastic drift</i>	0.005	0.005-0.015	Not limited	Not limited

C. METODOLOGI ANALISIS

Study Analisis ini dilakukan melalui beberapa proses dan tahapan agar terurut secara sistematis dan terstruktur. Penelitian ini didasarkan dari data Struktur gedung Eksisting yang tidak beraturan di Kota Padang Sumatera Barat, dan diteliti lebih lanjut berdasarkan standar dan dasar teori yang relevan dalam pemodelan dan analisisnya. Berikut Flowchart perhitungan struktur secara umum :



Analisis ini dilakukan dengan metode pushover nonlinier menggunakan software Etabs v16.2 untuk menghitung performance based design dengan parameter output hasil didasarkan dengan standar *Applied Technology Council-40* (ATC-40), FEMA 356 & FEMA 440. Analisis diawali dengan menyediakan literatur/acuan yang terkait dengan pembahasan, melakukan pengumpulan data untuk perhitungan, lalu melakukan tahapan perhitungan berupa : pemodelan struktur, pemasukan data; struktur, pembahasan output dari analisis struktur.

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proses analisis dari awal hingga akhir yang dilakukan dalam studi ini diuraikan pada pembahasan berikut.

a. Studi literatur

Standar analisis yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non Gedung
2. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
3. SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung & Struktur Lain.
4. ATC-40, FEMA 356 & FEMA-440.

b. Data Gedung Tinjauan

Dalam tinjauan ini penulis mengambil studi tinjauan pada gedung Fave Hotel yang berlokasi di Kota Padang Sumatera Barat pada koordinat Lintang -0.9455437° dan Bujur 100.353717° dengan data gedung sebagai berikut :

1. Fungsi : Hotel
2. Jumlah lantai : 6 Lantai
3. Tinggi Total : 25,20 Meter
Tinggi Struktur : 22,10 Meter
4. Panjang Gedung : 54,00 Meter
5. Lebar Gedung : 16,30 Meter
6. Material Struktur : Beton Bertulang

Jenis Material : Beton

Mutu Beton (F_c') = 30 MPa

Modulus E (E_c) = $4700 \sqrt{f_c'}$ MPa

Berat Jenis (λ_c) = 2400 Kg/M³

Poisson Ratio (ν_c) = 0,2

Jenis Material : Baja

Tulangan Longitudinal F_y = 400 MPa

Tulangan Transversal F_y = 240 MPa

Modulus E (E_s) = 200.000 MPa

Poisson Ratio (ν_s) = 0,3

7. Dimensi Elemen Struktur :

Kolom 1 = 500 x 800 mm

Kolom 2 = 300 x 700 mm

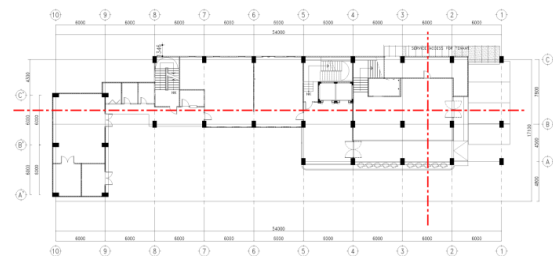
Balok 1 = 350 x 700 mm

Balok 2 = 250 x 500 mm

Balok 3 = 350 x 600 mm

Plat Lantai = 150 mm

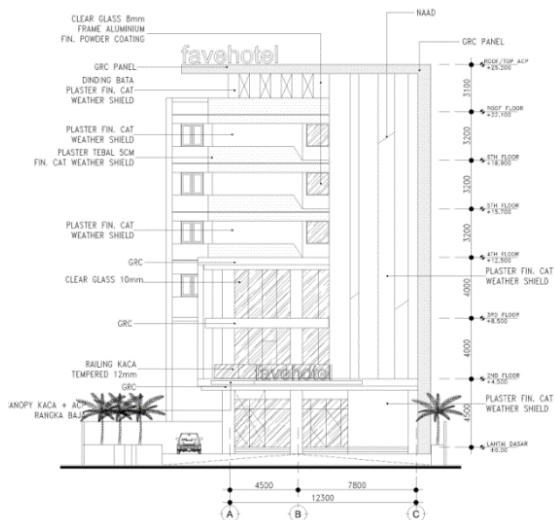
Plat Atap = 120 mm



Gambar 2. Tipikal Denah Existing



Gambar 3. Tampak Samping Kiri



Gambar 4. Tampak Depan

c. Asumsi Pembebanan

Type pembebanan struktur yang diasumsikan pada pemodelan ini yaitu berdasarkan asumsi beban yang bekerja pada struktur gedung sesuai dengan fungsinya, diantara beban yang di perhitungkan yaitu :

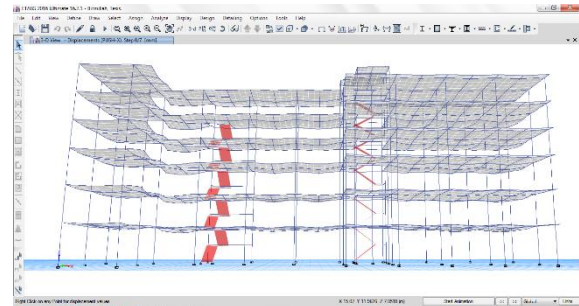
- = Dead Load : Beban berat sendiri struktur dari balok, plat dan kolom.
- = SIDL : Beban mati tambahan.
- = Live Load : Beban hidup berdasarkan fungsi gedung
- = Roof Live : Beban hidup tambahan pada lantai atap

Serta case beban Nonlinier Statis untuk arah gravitasi dan lateral sebagai asumsi beban gempa yaitu :

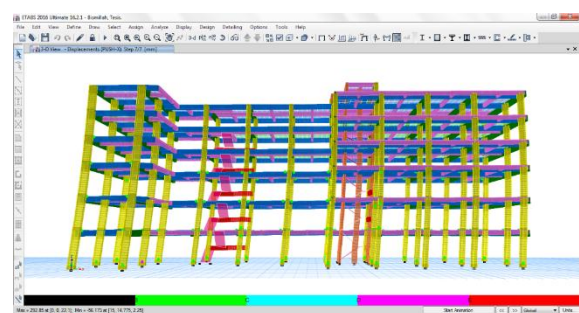
- = Gravity : Beban Gravitasi
- = Pushover X : Beban Push Lateral Arah X
- = Pushover Y : Beban Push Lateral Arah Y

d. Pemodelan & Analisis Struktur

Pemodelan & Analisis dilakukan dengan menggunakan program ETABS v16.2, struktur yang dimodelkan yaitu struktur existing terdiri dari 6 lantai.



Gambar 5. Pemodelan 3D dengan software Etabs v16.2.1 (Capture:Etabs)



Gambar 6. Perspektif Sumbu Panjang (Capture:Etabs)

Secara umum struktur dimodelkan dari data struktur existing menggunakan program Etabs v16.2.1 dengan langkah sebagai berikut :

- 1.Membuat grid line untuk pemodelan.
- 2.Mendefinisikan material struktur.
- 3.Membuat elemen struktur berupa balok, kolom, plat lantai dan mendefinisikan penampang.
- 4.Mengaplikasikan elemen struktur pada grid balok, kolom dan plat sesuai geometri struktur.
- 5.Mendefinisikan & mengimputkan pembebanan pada struktur berupa beban

hidup & beban mati, serta beban-beban lainnya yang diperhitungkan.

6. Melakukan asumsi-asumsi pemodelan :

- a. Mesh Area pada plat lantai
- b. Diafragma plat lantai
- c. Rigid Zone Factor / End Length Offsets, Untuk Kekakuan Balok & Kolom
- d. Pendefinisian taraf penjempitan
- e. Define Mass Source
- f. Pengecekan Model

7. Mendefinisikan load case pushover berupa beban Gravity, beban Push-X, dan beban Push-Y.

9. Menentukan titik acuan pembebanan pushover

10. Mendefinisikan Sendi Plastis (*Hinges*)

11. Running Analisis Pushover Non-Linier

12. Hasil & Pembahasan

Hasil Analisis pushover dievaluasi dengan metode spektrum kapasitas (*Capacity Spectrum Method*) sesuai dengan ATC-40, dan Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356 & FEMA 440). Sendi plastis juga diasumsikan terjadi pada struktur dengan membuat Hinge sendi plastis di ujung tumpuan seluruh elemen balok & kolom utama.

Setelah pemodelan selesai, maka dilanjutkan dengan proses Run Analisis. Running analisis pushover dilakukan dengan mengaktifkan Tiga Load Case utama untuk proses running yaitu :

> GRAVITY : proses push-gravity dilakukan oleh 100% beban mati (Dead Load) & beban mati tambahan (SIDL), serta 25% beban hidup (Live Load) dan beban hidup atap (RL)

> PUSH X : proses push-X dilakukan dengan Acceleration arah X, UX, U1 yang didasakan dari beban gravity dengan displacement control 2 % dari total tinggi bangunan. (504 mm)

> PUSH Y : proses push-X dilakukan dengan Acceleration arah Y, UY, U2 yang didasakan dari beban gravity dengan displacement control 2 % dari total tinggi bangunan. (504 mm)

Hasil analisis pushover yang di perhitungkan dari software ETABS V.16.2.1 ini adalah kurva kapasitas (*Capacity Curve*) yang berisi skema pelelehan berupa distribusi sendi plastis yang terjadi pada struktur. Kurva kapasitas menunjukkan perbandingan antara gaya geser dasar (*Base Shear*) V dengan perpindahan atap (D) sampai struktur tersebut leleh hingga runtuh.

e. Hasil dan Pembahasan

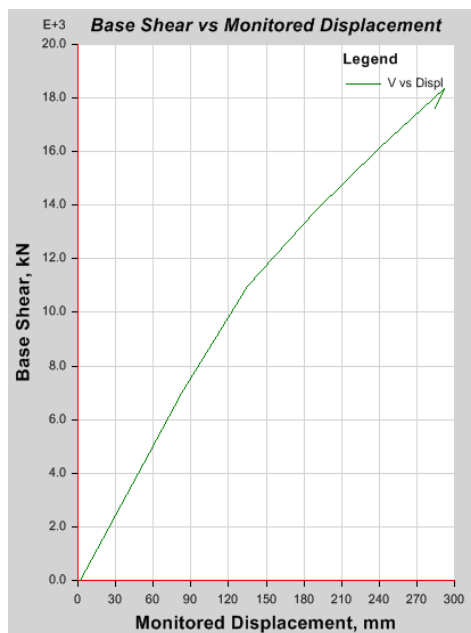
Hasil analisis pushover yang diambil dari software ETABS V.16.2 adalah kurva kapasitas (*Capacity Curve*) dan skema pelelehan berupa distribusi sendi plastis yang terjadi dan saat *Performance Point*, Gaya geser maksimum dan displacement maksimum, hasil tersebut didapatkan dari run analisis pushover pengaruh Gravity

Nonlinier Case, Nonlinier Pushover Case arah X, dan Nonlinier Pushover Case arah Y. Drift maksimum didapatkan dari hasil analisis beban gempa riwayat waktu atau Nonlinier Time History Analysis.

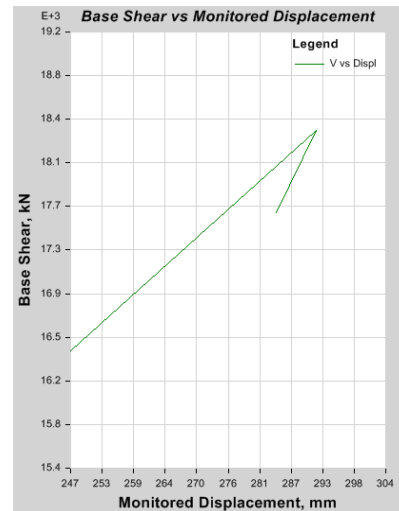
Kurva Kapasitas (*Capacity Curve*)

Kurva kapasitas menampilkan hubungan antara *Base Shear Vs Monitored Displacement* atau gaya geser dasar dengan perpindahan atap yang terjadi hingga struktur tersebut runtuh.

Kurva kapasitas (*Capacity Curve*) hubungan antara gaya geser dasar dengan perpindahan atap dapat dilihat pada Gambar 13, 14 dan Gambar 15 berikut.



Gambar 13. Kurva Kapasitas (*Capacity Curve*) Push – X

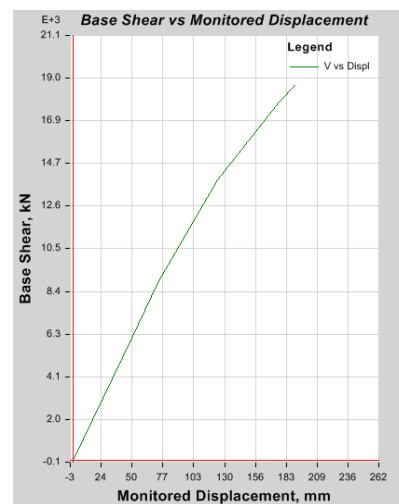


Gambar 14. Kurva kapasitas (*Capacity Curve*) Push – X (*Scalled, Zoom In*)

Tabel 4. *Base Shear vs Monitored Displacement (Push X)*

Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-ID	ID-LS	LS-CP	>CP	Total
0	1.798	0	1824	0	0	0	0	1824	0	0	0	1824
1	52.198	4374.33	1824	0	0	0	0	1824	0	0	0	1824
2	82.494	7004.60	1822	2	0	0	0	1824	0	0	0	1824
3	134.857	10950.2	1706	118	0	0	0	1824	0	0	0	1824
4	189.64	13804.2	1582	242	0	0	0	1818	6	0	0	1824
5	240.047	16121.8	1526	298	0	0	0	1770	54	0	0	1824
6	291.435	18344.6	1472	348	4	0	0	1766	30	26	2	1824
7	284.224	17628.4	1472	348	2	2	0	1766	30	24	4	1824

(Sumber : *ETABS-Nonlinier Pushover Curve*)



Gambar 15. Kurva Kapasitas (*Capacity Curve*) Push – Y

Tabel 5. Base Shear vs Monitored Displacement (Push Y)

Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A/B	B/C	C/D	D/E	>E	A/D	I/O/LS	LSCP	>CP	Total
0	-0.481	0	1824	0	0	0	0	1824	0	0	0	1824
1	49.919	6064.74...	1824	0	0	0	0	1824	0	0	0	1824
2	72.69	8905.05...	1822	2	0	0	0	1824	0	0	0	1824
3	123.986	13937.5...	1742	82	0	0	0	1822	0	0	2	1824
4	177.167	17781.3...	1660	164	0	0	0	1794	24	4	2	1824
5	190.459	18611.7...	1646	176	2	0	0	1790	20	10	4	1824
6	190.459	18611.7...	1646	176	2	0	0	1790	20	10	4	1824
7	190.45	18603.5...	1642	180	2	0	0	1790	20	10	4	1824

(Sumber : ETABS-Nonlinier Pushover Curve)

Hasil perhitungan dari analisis pushover menunjukkan besarnya gaya lateral maksimum yang mampu ditahan oleh struktur sebesar 18344.6041 kN yang terjadi terjadi pada step 6, dengan displacement 291,435 mm pada case push-X yang merupakan sumbu kuat dari geometri denah struktur, yang selanjutnya terjadi penurunan gaya geser dasar menjadi 17628.4418 kN dengan displacement sebesar 284.224 mm hingga struktur collapse pada step 7. (Ref Tabel 4).

Sedangkan pada sumbu Y, arah sumbu lemah berdasarkan geometri struktur, gaya lateral yang mampu ditahan untuk push-Y yaitu sebesar 18611.7226 kN yang juga terjadi pada step 6, dengan displacement hanya 190.459 mm, setelah itu terjadi penurunan gaya geser yang tidak begitu signifikan dibandingkan push-X yaitu sebesar 18603.5106 kN dengan displacement 190.45 mm pada step 7. (Ref. Tabel 5)

Pada table 6 & 7 berikut dirangkum perpindahan dan gaya geser maksimum yang terjadi pada struktur akibat Push x & Push-y serta jumlah collapse prevention pada struktur tinjauan.

Drift Maksimum

Hasil analisis Time History berupa kurva yang menggambarkan hubungan antara waktu dengan perpindahan yang terjadi pada struktur berdasarkan sebuah fungsi gempa serta nilai maksimum drift struktur. Drift adalah nilai tangen dari kemiringan struktur yang dapat dihitung dengan membagi nilai besar perpindahan pada struktur dengan tinggi gedungnya. Dalam studi ini, yang diperlukan dalam penentuan kurva fragilitas adalah drift maksimum struktur akibat gempa. Berikut Hasil Analisis Nonlinear Time History Masing-Masing Gempa.

Tabel 6. Gempa Nothridge

Earthquake	Scaling Factors	PGA Scalled (g)	Drift Maksimum (%)
Northridge 1994	0,25	0.31 g	0.316
	0,50	0.62 g	0.632
	0,75	0.92 g	0.944
	1,00	1.23 g	1.251
	1,25	1.54 g	1.551
	1,50	1.85 g	1.853
	1,75	2.15 g	2.152
	2,00	2.46 g	2.450

Tabel 7. Gempa Kobe

Earthquake	Scaling Factors	PGA Scalled (g)	Drift Maksimum (%)
Kobe 1995	0,25	0.14 g	0.955
	0,50	0.29 g	1.893
	0,75	0.43 g	2.828
	1,00	0.57 g	3.774
	1,25	0.71 g	4.726
	1,50	0.86 g	5.682
	1,75	1.00 g	6.639
2,00	1.14 g	7.598	

Tabel 8. Gempa Chi-chi

Earthquake	Scaling Factors	PGA Scalled (g)	Drift Maksimum (%)
Chi-Chi 1999	0,25	0.13 g	0.726
	0,50	0.27 g	1.441
	0,75	0.40 g	2.152
	1,00	0.53 g	2.872
	1,25	0.66 g	3.596
	1,50	0.80 g	4.317
	1,75	0.93 g	5.036
2,00	1.06 g	5.757	

Tabel 9. Gempa Padang

Earthquake	Scaling Factors	PGA Scalled (g)	Drift Maksimum (%)
Padang 2009	0,25	0.18 g	0.273
	0,50	0.36 g	0.546
	0,75	0.54 g	0.820
	1,00	0.72 g	1.096
	1,25	0.90 g	1.369
	1,50	1.08 g	1.639
	1,75	1.26 g	1.907
2,00	1.44 g	2.174	

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisis dan evaluasi pada struktur gedung Fave Hotel Kota Padang, Sumatera Barat yang termasuk kategori struktur tidak beraturan, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut ;

1. Hasil analisis Pushover dengan software ETABS diperoleh gaya geser maksimum yang dapat diterima struktur akibat Pushover Arah X adalah 18344.6041 kN dengan displacement yang terjadi akibat gaya geser maksimum tersebut adalah 291.44 mm atau 0.29 m. Adapun Akibat Pushover arah Y, Gaya geser maksimum yang terjadi adalah 18611.7226 kN dengan nilai displacement 190.459 mm atau 0.19 m.
2. Dari masing-masing tinjauan gempa riwayat waktu didapatkan Hasil Analisis Nonlinear Time History Northridge 1994 dengan Drift Maksimum 2.45 %. Riwayat Gempa Kobe 1995 7.598 %, Riwayat Gempa Chici 5.757 % dan Penskalaan Riwayat Gempa Padang 2.174 %.

SARAN

Pada perencanaan bangunan dewasa ini, terutama di daerah rawan gempa, maupun bangunan yang sudah ada perlu dilakukan evaluasi struktur dengan analisa pushover untuk dapat mengetahui kinerja struktur dan mekanisme keruntuhan struktur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726 : 2019,*” Jakarta : 2019.
- Badan Standardisasi Nasional. “*Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan gedung dan Non Gedung, SNI 1727 : 2020*”. Jakarta: 2020.
- Badan Standardisasi Nasional. “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019*”. Jakarta : 2019.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (PPURG)*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Paulay, T., dan Preisly, M. J. N, 1992, *Seismic Design of Reinforced Concrete And Masonry Bulding*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Schodek, Daniel L., 1998, *Struktur*, cetakan ketiga, Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung.
- Tavio, Wijaya, 2018, *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*, Edisi 2, Penerbit And, Yogyakarta.
- Applied Technology Council (ATC). (1996). *ATC- 40 Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1*. California: California Seismic Safety Comission.
- FEMA 440, 2005. *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Washington, D.C., U.S.A.: Applied Technology Council.
- Kurniati, Dwi (2018)., “Kajian Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Awana Condotel Yogyakarta (Study Pushover Analysis for Performance Based Design OnAwana Condotel Yogyakarta). *jurnal rekayasa sipil*, vol. 6, no. 1, februari 2018
- Jurnal Rekayasa Sipil, *Pengaruh Eksentrisitas Pusat Massa Bangunan Beton Bertulang Terhadap Stabilitas Struktur Yang Mengalami Beban Gempa*, ISSN : 1858-2133, Vol. 5, No.1, Februari 2009.