JURNAL MAHASISWA TERAPAN
Volume 02 No 3, April 2026. ISSN : 3110-1445

Evaluasi Struktur pada Bangunan Utama Laska *Hotel* Ciater *Resort* dengan *Metode Pushover* Analysis Berdasarkan ATC-40 dan FEMA-356

Taopik Hidayah[1], Reni Raafidiani[2]
[1]Mahasiswa Program Studi Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung
[2]Dosen Program Studi Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung
Email: taopikhidayah04@gmail.com , reniraaf@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara pada kawasan cincin api Pasifik dengan tingkat aktivitas seismik tinggi, termasuk di wilayah Kabupaten Subang. Kondisi ini menuntut bangunan gedung, khususnya bangunan publik seperti hotel, direncanakan serta dievaluasi menggunakan konsep ketahanan gempa berbasis kinerja. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja struktur Bangunan Utama Laska Hotel Ciater Resort terhadap beban gempa menggunakan analisis statik nonlinier (*pushover analysis*) berdasarkan kriteria ATC-40 dan FEMA-356. Pemodelan struktur dilakukan melalui perangkat lunak SAP2000 v26 mengacu data *shop drawing*. Struktur yang dianalisis struktur berupa beton bertulang dengan pembebanan menurut SNI 1727:2013 untuk gravitasi serta SNI 1726:2012 untuk gempa. Analisis *pushover* dilakukan arah X dan Y dengan beban lateral bertahap sampai terbentuk sendi plastis dan diperoleh kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan gaya geser dasar (*base shear*) terhadap perpindahan atap (*roof displacement*). Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur mengalami respons linier tahap awal pembebanan dan berlanjut ke fase *nonlinier* setelah pelelehan elemen. Titik kinerja (*performance point*) berdasarkan *Capacity Spectrum ATC-40* serta *Displacement Coefficient FEMA-356* berada pada kategori *Immediate Occupancy* (IO). Distribusi sendi plastis terjadi pada balok dibanding kolom sehingga mekanisme keruntuhan memenuhi konsep *strong column-weak beam*. Secara keseluruhan, struktur bangunan utama memenuhi persyaratan kinerja gempa rencana dan memiliki tingkat keamanan memadai sesuai standar berlaku.

Kata Kunci*:* Analisis *Pushover*, ATC-40, FEMA-356, Level Kinerja Struktur.

ABSTRACT

Indonesia is located along the Pacific Ring of Fire and is characterized by high seismic activity, including the Subang Regency area. This condition requires building structures, especially public buildings such as hotels, to be designed and evaluated using a performance-based seismic design approach. This study aims to evaluate the structural performance of the Main Building of Laska Hotel Ciater Resort under earthquake loading using nonlinear static analysis (pushover analysis) based on ATC-40 and FEMA-356 criteria. The structural model was developed using SAP2000 v26 software based on shop drawing data. The analyzed structure is a reinforced concrete system subjected to gravity loads according to SNI 1727:2013 and seismic loads based on SNI 1726:2012. Pushover analysis was conducted in both X and Y directions by applying incremental lateral loads until plastic hinges formed, resulting in a capacity curve that describes the relationship between base shear and roof displacement. The results indicate that the structure initially exhibited a linear response, followed by nonlinear behavior after yielding occurred. The performance point determined using the ATC-40 Capacity Spectrum and FEMA-356 Displacement Coefficient methods falls within the Immediate Occupancy (IO) level. Plastic hinge distribution was predominantly observed in beams rather than columns, confirming a strong column–weak beam failure mechanism. Overall, the structure

satisfies the seismic performance requirements and demonstrates adequate safety according to applicable standards.

Keywords: ATC-40, FEMA-356, Pushover Analysis, Structural Performance Level.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada jalur gempa aktif dunia yaitu kawasan cincin api Pasifik sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi dan rentan terhadap bencana gempa bumi. Kondisi geografis tersebut disebabkan oleh pertemuan tiga lempeng utama yaitu Indo–Australia, Eurasia, dan Pasifik yang menjadikan Indonesia sebagai wilayah dengan potensi gempa yang tinggi. Bencana gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan infrastruktur serta korban jiwa apabila struktur bangunan tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan evaluasi struktur bangunan yang mampu meminimalkan risiko kerusakan serta menjamin keselamatan penghuni.

Kabupaten Subang merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rentan terhadap bencana gempa bumi. Pada tanggal 3 Januari 2024 terjadi gempa bumi dengan magnitude 4,8 yang berpusat di Kabupaten Sumedang dan terasa hingga Kabupaten Subang serta mengakibatkan kerusakan rumah warga Kecamatan Tanjungsiang sebanyak 36 unit (Pemerintah Daerah Kabupaten Subang, 2024). Selanjutnya, pada tanggal 27 Februari 2024 terjadi dua kali gempa bumi tektonik akibat sesar lokal dengan magnitude 2,8 dan intensitas III MMI di wilayah sekitar Kabupaten Subang (Portal Bandung Timur, 2024). Selain itu, pada tanggal 9 Maret 2024 Kabupaten Subang kembali diguncang gempa bumi dengan magnitude 3,1 yang berpusat di darat (Indopos, 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa bangunan gedung di wilayah rawan gempa perlu direncanakan dan dievaluasi agar mampu menahan gaya gempa secara optimal.

Bangunan hotel sebagai fasilitas publik memiliki tingkat risiko yang tinggi karena menampung banyak pengguna dalam waktu bersamaan. Hotel Laska Ciater Resort digunakan sebagai tempat penginapan, peristirahatan, serta kegiatan pertemuan sehingga memerlukan jaminan keamanan struktur terhadap gempa. Kemampuan struktur dalam menahan beban gempa dipengaruhi oleh sistem struktur, material, serta perilaku deformasi yang terjadi ketika menerima beban lateral. Oleh karena itu, diperlukan metode evaluasi yang mampu menggambarkan perilaku struktur secara realistis terhadap beban gempa.

Pendekatan perencanaan berbasis kinerja (*performance based design*) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam evaluasi struktur tahan gempa. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pendekatan ini adalah analisis statik nonlinier atau *pushover analysis* yang memberikan gambaran perilaku struktur dari kondisi elastis hingga plastis. Analisis pushover dilakukan dengan memberikan beban lateral secara bertahap hingga terbentuk sendi plastis dan menghasilkan kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan struktur. Metode ini digunakan untuk mengetahui respons struktur terhadap gempa serta menentukan tingkat kinerja struktur berdasarkan pedoman ATC-40 dan FEMA-356. Proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur Bangunan Utama Hotel Laska Ciater Resort terhadap beban gempa menggunakan metode pushover analysis berdasarkan ATC-40 dan FEMA-356. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui level kinerja struktur, kurva kapasitas, serta distribusi sendi plastis yang terbentuk akibat pembebanan gempa. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keamanan struktur serta menjadi referensi dalam perencanaan dan evaluasi bangunan tahan gempa di wilayah rawan gempa.

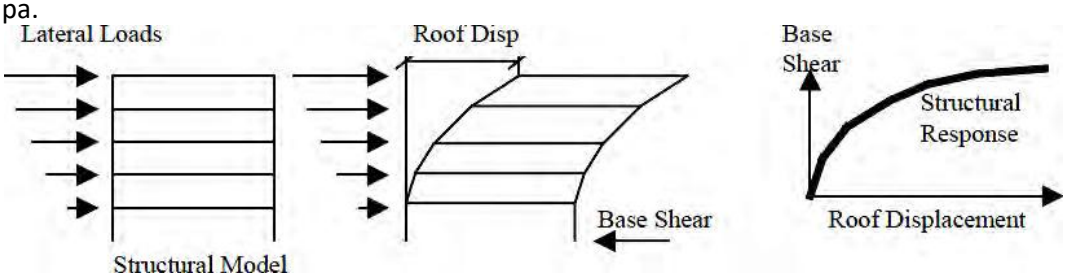
2. KAJIAN TEORI

2.1. Struktur

Struktur merupakan sistem elemen yang saling terhubung dan berfungsi menahan serta menyalurkan beban dari bagian atas bangunan menuju pondasi secara aman. Struktur dirancang untuk menjamin stabilitas, kekuatan, dan kekakuan bangunan terhadap berbagai jenis pembebanan seperti beban mati, beban hidup, angin, serta gempa bumi. Hibbeler (2016) menjelaskan bahwa struktur adalah rangkaian elemen yang disusun untuk mendukung beban eksternal serta menyalurkan gaya internal menuju elemen pendukung di bawahnya sehingga bangunan dapat bekerja secara stabil dan aman. Struktur bangunan secara umum dibagi menjadi struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi elemen seperti kolom, balok, dan pelat lantai yang berfungsi menerima dan menyalurkan beban menuju pondasi. Struktur bawah meliputi pondasi dan elemen pendukung lainnya yang berfungsi mendistribusikan beban ke tanah secara stabil. SNI (2002) menyatakan bahwa perencanaan struktur harus mempertimbangkan interaksi antara elemen struktur dan kondisi tanah agar bangunan tetap aman terhadap beban vertikal maupun lateral.

2.2. Analisis Pushover

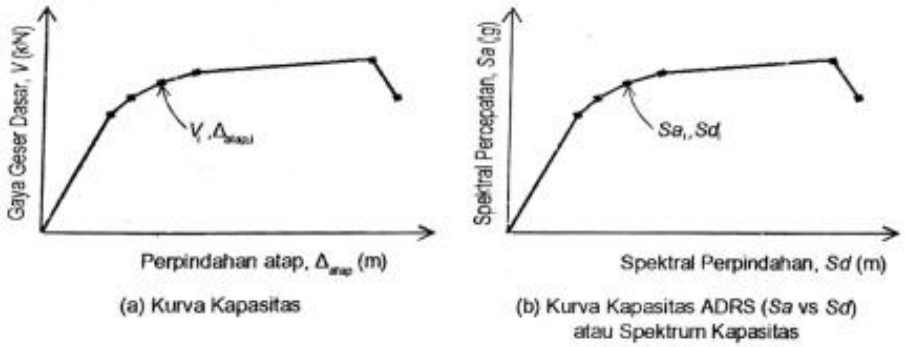
Analisis pushover merupakan metode analisis statik nonlinier yang digunakan untuk mengevaluasi perilaku struktur terhadap beban gempa melalui pemberian beban lateral secara bertahap hingga mencapai kondisi inelastik. Metode ini bertujuan untuk mengetahui respons struktur mulai dari kondisi elastis hingga terbentuk sendi plastis sehingga dapat diprediksi mekanisme keruntuhan serta bagian struktur yang kritis. Dewobroto (2005) menyatakan bahwa analisis pushover digunakan untuk memahami perilaku runtuh struktur dengan memberikan beban dorong statis yang ditingkatkan secara bertahap hingga mencapai target perpindahan atau kondisi pelelehan struktur. Hasil utama analisis *pushover* berupa kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan struktur. Kurva ini memberikan gambaran tahapan perilaku struktur dari kondisi elastis hingga plastis serta membantu dalam evaluasi kinerja struktur. Cahyani *et al.* (2022) menyatakan bahwa metode pushover mampu memberikan informasi distribusi sendi plastis serta menentukan level kinerja struktur terhadap gempa.



Gambar 1. Analisis Pushover
Sumber : FEMA-356, 2000

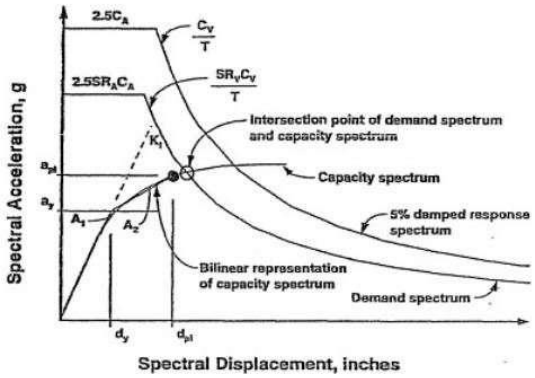
2.3. ATC-40

ATC-40 merupakan pedoman evaluasi dan perkuatan bangunan beton bertulang terhadap gempa yang diterbitkan oleh *Applied Technology Council*. Pedoman ini mengatur metode analisis berbasis kinerja, salah satunya metode *Capacity Spectrum* yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja struktur melalui hubungan antara kurva kapasitas dan kurva permintaan gempa. ATC (1996) menjelaskan bahwa evaluasi kinerja struktur dilakukan dengan menentukan titik kinerja (*performance point*) yang menunjukkan kemampuan struktur dalam menahan gempa sesuai tingkat kerusakan yang diizinkan.



Gambar 2. Proses Konversi Kurva Kapasitas ke Bentuk *Capacity Curve Spectrum*
Sumber : ATC-40, 1996

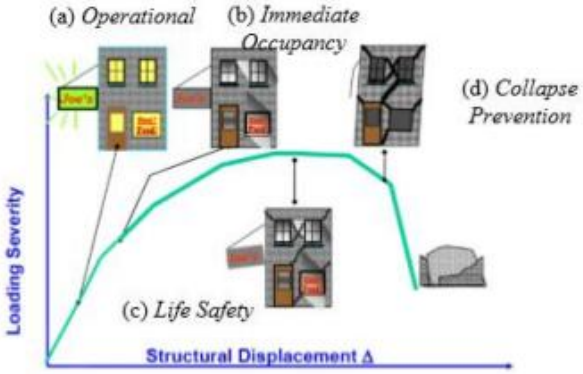
Metode *Capacity Spectrum* dilakukan dengan mengubah kurva kapasitas hasil *pushover* ke dalam format spektrum percepatan dan perpindahan sehingga dapat dibandingkan dengan spektrum gempa. Proses ini memungkinkan penentuan tingkat kerusakan struktur seperti *Immediate Occupancy, Life Safety* dan *Collapse Prevention*. *Applied Technology Council* (1996) menyatakan bahwa pendekatan berbasis kinerja memberikan gambaran realistis terhadap perilaku struktur selama gempa.



Gambar 3. Titik Kinerja Struktur
Sumber : ATC-40, 1996

2.4. FEMA-356

FEMA-356 merupakan dokumen teknis yang digunakan sebagai acuan dalam evaluasi dan rehabilitasi bangunan terhadap gempa berbasis kinerja. Metode yang digunakan dalam FEMA-356 adalah *displacement coefficient method* yang bertujuan untuk menentukan target perpindahan struktur sebagai indikator tingkat kinerja bangunan. FEMA (2000) menjelaskan bahwa evaluasi struktur dilakukan berdasarkan kategori kinerja seperti *Immediate Occupancy, Life Safety*, dan *Collapse Prevention* yang menunjukkan tingkat kerusakan dan keselamatan bangunan. Metode ini dilakukan dengan mengubah respons struktur elastis menjadi respons inelastis melalui faktor modifikasi sehingga dapat diperoleh perpindahan maksimum struktur. Perpindahan target digunakan untuk menilai apakah struktur memenuhi kriteria keselamatan. *Federal Emergency Management Agency* (2000) menyatakan bahwa metode ini memberikan pendekatan praktis dalam evaluasi bangunan eksisting terhadap gempa.



Gambar 4. Level Kinerja Bangunan
Sumber : Fema 356

2.5. Perhitungan Struktur

Perhitungan struktur merupakan proses analisis untuk menentukan gaya dalam, deformasi, serta kapasitas elemen struktur terhadap berbagai pembebanan. Perhitungan ini penting untuk memastikan struktur mampu menahan beban secara aman sesuai standar yang berlaku. SNI (2013) menjelaskan bahwa perhitungan struktur harus mempertimbangkan kondisi beban, karakteristik material, serta faktor keamanan agar struktur memenuhi kriteria kekuatan dan stabilitas. Metode analisis struktur dapat dilakukan secara linier maupun nonlinier tergantung tujuan perencanaan. Analisis nonlinier diperlukan untuk memahami perilaku struktur setelah melewati batas elastis. Park & Paulay (1975) menyatakan bahwa pendekatan nonlinier memberikan hasil yang lebih realistis dalam evaluasi struktur tahan gempa.

2.6. Pembebanan Struktur

Pembebanan pada struktur bangunan meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin yang harus diperhitungkan dalam proses desain. Beban mati merupakan beban permanen yang berasal dari berat sendiri struktur, sedangkan beban hidup berasal dari aktivitas pengguna. SNI 1727 (2013) menyatakan bahwa pembebanan harus direncanakan secara akurat agar struktur dapat bekerja sesuai fungsi dan mampu menahan beban ekstrem seperti gempa dan angin. Selain itu, beban gempa merupakan beban dinamis yang dipengaruhi oleh lokasi dan kondisi tanah. Perencanaan gempa dilakukan berdasarkan spektrum respons sesuai standar yang berlaku. SNI 1726 (2012) menyatakan bahwa desain struktur tahan gempa harus mempertimbangkan kategori risiko bangunan dan kondisi geologi setempat.

2.7. SAP2000

SAP2000 merupakan perangkat lunak analisis struktur yang digunakan untuk melakukan pemodelan, perhitungan dan evaluasi struktur secara numerik. Program ini mampu melakukan analisis linier maupun nonlinier termasuk *pushover analysis* sehingga banyak digunakan dalam evaluasi bangunan tahan gempa. CSI (2020) menjelaskan bahwa SAP2000 menyediakan fitur analisis berbasis kinerja yang memungkinkan simulasi perilaku struktur terhadap berbagai kondisi pembebanan. Program ini juga mampu menampilkan hasil dalam bentuk grafik, deformasi, dan distribusi sendi plastis sehingga memudahkan interpretasi kinerja struktur. Chopra (2012) menyatakan bahwa penggunaan perangkat lunak analisis membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam perencanaan struktur *modern*.

2.8. Kontrol Perhitungan Struktur

Kontrol perhitungan struktur dilakukan untuk memastikan hasil analisis memenuhi persyaratan desain dan standar keselamatan. Proses ini meliputi pemeriksaan simpangan, gaya

dalam, kapasitas elemen, serta stabilitas struktur. SNI (2012) menyatakan bahwa kontrol struktur penting untuk memastikan bangunan memiliki kinerja yang baik terhadap beban gempa dan tetap aman digunakan. Kontrol juga dilakukan terhadap rasio *drift*, kekuatan elemen, serta mekanisme keruntuhan agar sesuai konsep strong column weak beam. Paulay dan Priestley (1992) menyatakan bahwa kontrol struktur bertujuan memastikan keruntuhan terjadi secara daktail sehingga risiko korban dapat diminimalkan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis statik nonlinier (*pushover analysis*) untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan utama Laska Hotel Ciater Resort terhadap beban gempa. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data, pemodelan struktur, analisis pembebanan, serta evaluasi kinerja struktur. Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep struktur beton bertulang, analisis *pushover* dan standar evaluasi berbasis kinerja seperti ATC-40 dan FEMA-356. Pendekatan kuantitatif digunakan karena mampu mengkaji fenomena secara sistematis melalui analisis data numerik yang terukur sehingga menghasilkan evaluasi yang objektif terhadap kinerja struktur (Sugiyono, 2017).

Data penelitian berupa data sekunder yang diperoleh dari *shop drawing*, spesifikasi material dan parameter gempa lokasi penelitian di Kabupaten Subang. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan SAP2000 v26 dengan mendefinisikan geometri, material dan dimensi elemen struktur sesuai dokumen perencanaan, serta pembebanan berdasarkan SNI 1727:2013 dan SNI 1726:2012. Analisis dilakukan dengan pemberian beban lateral bertahap, pendefinisian sendi plastis, dan pushover pada arah X dan Y hingga diperoleh kurva kapasitas. Hubungan gaya geser dasar dan perpindahan atap digunakan untuk menentukan titik kinerja struktur melalui metode *Capacity Spectrum ATC-40* dan *Displacement Coefficient FEMA-356*, serta evaluasi distribusi sendi plastis dan level kinerja struktur berdasarkan kategori *Immediate Occupancy, Life Safety* dan *Collapse Prevention* (FEMA, 2000). Evaluasi kinerja struktur dilakukan dengan membandingkan simpangan maksimum terhadap batasan rasio *drift* menurut ATC-40 seperti berikut:

Table 1. Batasan Rasio *Drift* Atap menurut ATC-40

Parameter	**Performance Point**			
	IO	***Damage Control***	**LS**	***Structural Stability***
Max. Total Drift	0,01	0,01 s.d 0,02		$0{,}33\frac{vi}{pi}$
Max. Inelastic Drift	0,005	0,005 s.d 0,015	*No limit*	*No limit*

Sumber ATC-40, 1996

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

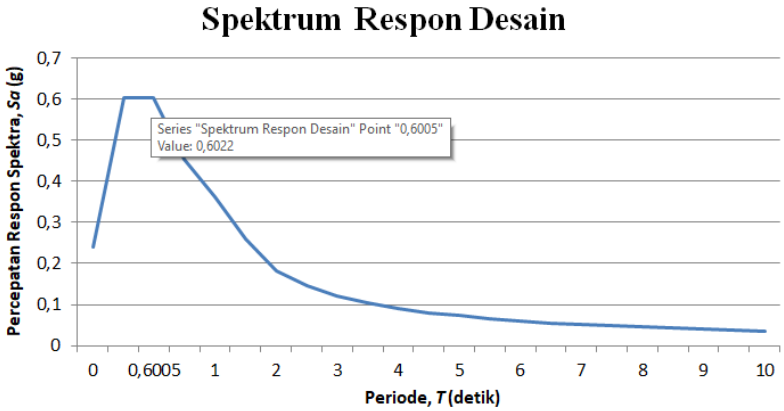
Data penelitian dalam evaluasi kinerja struktur Bangunan Utama Laska Hotel Ciater Resort meliputi data primer berupa pembebanan struktur dan data sekunder yang diperoleh dari dokumen perencanaan, spesifikasi teknis, serta *shop drawing* sebagai dasar pemodelan struktur pada SAP2000. Struktur bangunan merupakan beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen yang dipilih karena memiliki daktilitas tinggi dan kinerja baik terhadap beban gempa (Park & Paulay, 1975). Material yang digunakan berupa beton mutu K-300 serta baja tulangan BJTP 280 dan BJTS 420 sesuai standar perencanaan beton bertulang untuk menjamin kekuatan dan daktilitas struktur (SNI 2847, 2019). Dimensi elemen struktur seperti balok, kolom, *tie beam* dan pelat lantai diperoleh dari dokumen proyek sebagai parameter utama dalam menentukan kapasitas dan deformasi struktur (Chopra, 2012). Parameter gempa mengacu pada SNI 1726-2012

berdasarkan lokasi Kabupaten Subang dengan kategori risiko II dan faktor keutamaan 1,0 sehingga spektrum respons desain digunakan sebagai dasar analisis pushover (SNI 1726, 2012).

4.2. Analisa Struktur

1. Perhitungan Pembebanan

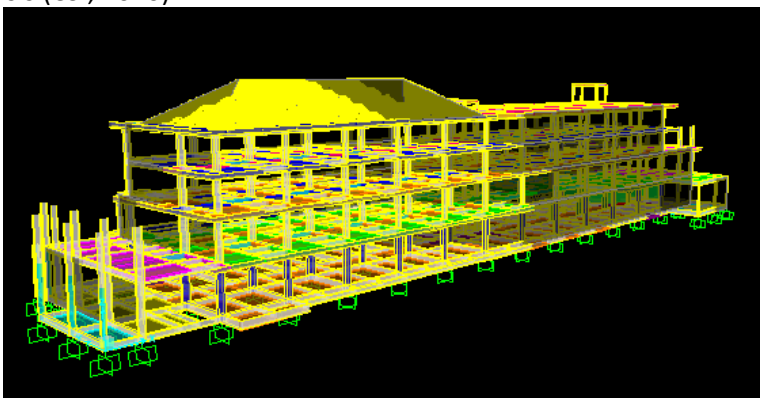
Perhitungan pembebanan struktur meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa yang mengacu pada SNI 1727-2013 serta SNI 1726-2012. Beban mati dihitung berdasarkan berat sendiri elemen struktur dan komponen bangunan, sedangkan beban hidup disesuaikan dengan fungsi bangunan hotel sebagai fasilitas publik. Beban gempa ditentukan menggunakan metode respons spektrum berdasarkan parameter gempa wilayah Kabupaten Subang dan kondisi tanah sehingga diperoleh gaya lateral rencana sebagai dasar analisis pushover. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kombinasi pembebanan telah memenuhi ketentuan standar perencanaan sehingga dapat digunakan dalam evaluasi kinerja struktur secara berbasis kinerja (SNI 1727, 2013).



Gambar 5. Spektrum Respon Desain Wilayah Kota Subang
Sumber : https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/

2. Pemodelan Struktur

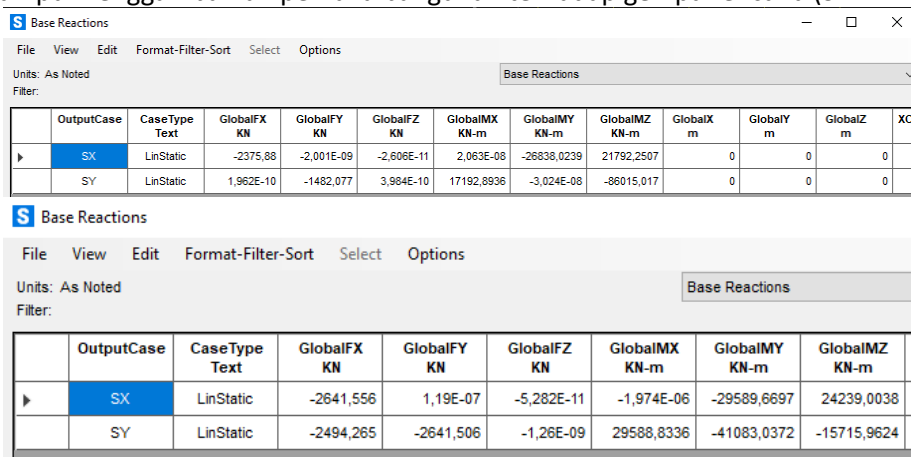
Pemodelan struktur dilakukan menggunakan SAP2000 v26 berdasarkan geometri, material, dan dimensi elemen struktur sesuai gambar kerja. Sistem struktur dimodelkan sebagai rangka beton bertulang tiga dimensi untuk memperoleh respons global bangunan terhadap pembebanan. Pendefinisian material, penampang, *massa* struktur, serta perletakan dilakukan secara detail agar simulasi perilaku struktur mendekati kondisi aktual. Penggunaan perangkat lunak analisis memungkinkan evaluasi struktur secara numerik dan efisien serta meningkatkan akurasi hasil analisis (CSI, 2020).



Gambar 6. Pemodelan Struktur dengan Portal Open Frame
Sumber : Analisis Pribadi

3. Analisa Beban Gempa Dinamik (Gaya Geser Dasar)

Analisis gempa dilakukan menggunakan metode statik ekuivalen dan respons spektrum untuk memperoleh gaya geser dasar dan distribusi gaya lateral. Hasil menunjukkan bahwa respons struktur memenuhi ketentuan desain serta gaya geser dasar hasil analisis dinamik telah dikoreksi dengan faktor skala agar memenuhi persyaratan standar. Analisis ini memastikan bahwa model struktur mampu menggambarkan perilaku bangunan terhadap gempa rencana (SNI 1726, 2012).


Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Base Reactions

	OutputCase	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XC
▶	SX	LinStatic	-2375,88	-2,001E-09	-2,606E-11	2,063E-08	-26838,0239	21792,2507	0	0	0	
	SY	LinStatic	1,962E-10	-1482,077	3,984E-10	17192,8936	-3,024E-08	-86015,017	0	0	0	

Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Base Reactions

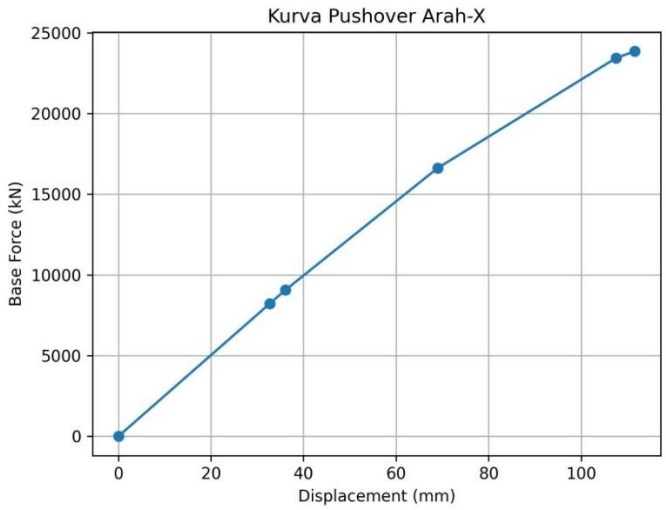
	OutputCase	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
▶	SX	LinStatic	-2641,556	1,19E-07	-5,282E-11	-1,974E-06	-29589,6697	24239,0038
	SY	LinStatic	-2494,265	-2641,506	-1,26E-09	29588,8336	-41083,0372	-15715,9624

Gambar 7. *Output* Gaya Geser Dasar Metode Statik Ekivalen

Sumber : Analisis Pribadi

4. Analisis *Pushover*

Analisis *pushover* dilakukan pada arah X dan Y dengan pembebanan lateral bertahap hingga terbentuk sendi plastis. Hasil menunjukkan bahwa struktur mengalami respons elastis pada tahap awal pembebanan kemudian memasuki fase *nonlinier* setelah terjadi pelelehan elemen. Kurva kapasitas menggambarkan hubungan gaya geser dasar terhadap perpindahan atap yang digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja struktur. Distribusi sendi plastis lebih dahulu terjadi pada balok dibanding kolom sehingga memenuhi konsep *strong column–weak beam* (Dewobroto, 2005).



Gambar 7. Kurva Pushover Arah X

Sumber : Analisis Pribadi

Kurva *pushover* arah-X menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan lateral struktur akibat pembebanan gempa secara statik nonlinier. Pada tahap awal, struktur menunjukkan perilaku elastis hingga mencapai perpindahan sebesar 32,68 mm dengan

gaya geser dasar sebesar 8.214,47 kN, saat satu sendi plastis mulai terbentuk. Seiring bertambahnya beban, plastisasi elemen struktur meningkat secara bertahap hingga mencapai gaya geser maksimum sebesar 23.857,92 kN pada perpindahan 111,60 mm. Sepanjang proses analisis, tidak terdapat penurunan kekuatan yang signifikan, dan seluruh sendi plastis hanya berada pada kondisi B dan IO, tanpa mencapai tingkat kerusakan berat seperti LS, CP, maupun >CP. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa struktur memiliki kapasitas deformasi yang baik dan memenuhi kriteria kinerja *Immediate Occupancy* (IO)**,** yaitu kondisi di mana bangunan tetap dapat difungsikan dengan kerusakan ringan pasca gempa. Kondisi sendi plastis berada pada tingkat B dan *Immediate Occupancy* sehingga menunjukkan bahwa struktur masih dapat difungsikan setelah gempa dengan kerusakan ringan.

5. ATC-40

Evaluasi kinerja struktur berdasarkan ATC-40 menggunakan metode *capacity spectrum* menunjukkan bahwa titik kinerja berada pada kategori *Immediate Occupancy*. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan struktur yang terjadi bersifat ringan dan bangunan masih dapat digunakan setelah gempa tanpa mengalami kerusakan signifikan. Nilai simpangan struktur juga masih berada di bawah batas *drift* yang ditetapkan sehingga struktur dinilai aman terhadap gempa rencana (ATC, 1996).

Table 2. *Performance Point* Hasil Analisis *Pushover*

Arah Beban			***Performance Point***			
Pushover	**V (kN)**	**D (mm)**	***Sa***	***Sd***	***Teff***	***βeff***
Arah X	16.674,36	69,29	0,87	49,20	0,48	0,06
Arah Y	11.577,22	101,91	0,54	103,21	0,88	0,08

Sumber : Analisis Pribadi

6. FEMA-356

Evaluasi menggunakan metode *displacement coefficient FEMA-356* menunjukkan bahwa perpindahan target struktur berada dalam batas aman dan konsisten dengan hasil ATC-40. Level kinerja struktur dikategorikan *Immediate Occupancy* yang menunjukkan bahwa bangunan memiliki kemampuan mempertahankan fungsi operasional setelah gempa. Hasil ini mengindikasikan bahwa struktur memiliki daktilitas dan kapasitas energi disipasi yang baik sehingga memenuhi standar kinerja gempa (FEMA, 2000).

Table 3. Level Kinerja Gedung

Arah	**Parameter**	**Hasil Analisis *Pushover***	
		ATC - 40	**FEMA 356**
X	Displacement, D (m)	0,069	0,2185
	Tinggi Bangunan, H (m)	16,34	16,34
	Rasio Simpangan Total Maks.	0,0042	0,0777
	Level Kinerja	*Immediate Occupancy*	*Immediate Occupancy*
Y	Displacement, D (m)	0,101	0,2110
	Tinggi Bangunan, H (m)	16,34	16,34
	Rasio Simpangan Total Maks.	0,0062	0,1041
	Level Kinerja	*Immediate Occupancy*	*Immediate Occupancy*

Sumber : Analisis Pribadi

4.3. Pembahasan Hasil

1. Interpretasi Kurva Kapasitas

Kurva kapasitas hasil analisis *pushover* menunjukkan bahwa pada tahap awal pembebanan, struktur berperilaku elastis, ditandai dengan hubungan linier antara gaya geser dasar dan perpindahan. Pada arah X, gaya geser maksimum tercapai sebesar 23.857,92 kN pada perpindahan 111,60 mm. Pada arah Y, gaya geser maksimum tercapai sebesar 13.327,54 kN pada

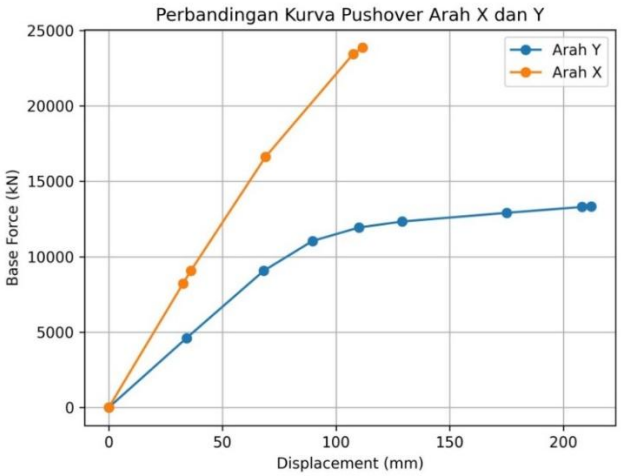
perpindahan 212,35 mm, kemudian mengalami penurunan kekuatan (*softening*) yang lebih signifikan dibandingkan arah X. *Performance Point.* Berdasarkan metode ATC-40, titik kinerja untuk arah X berada pada gaya geser 16.674,36 kN dengan perpindahan 69,29 mm, sedangkan untuk arah Y berada pada gaya geser 11.577,22 kN dengan perpindahan 101,91 mm. Nilai ini menunjukkan bahwa pada kedua arah, perpindahan yang terjadi masih berada di bawah batas perpindahan izin yang ditetapkan oleh SNI 1726:2012, sehingga kinerja struktur dapat dikategorikan aman terhadap gempa rencana.

2. Distribusi Sendi Plastis

Pada arah X, sendi plastis mulai terbentuk di balok lantai bawah pada langkah ke-1 analisis dan bertambah secara bertahap hingga mencapai langkah ke-5. Sebagian besar sendi plastis berada pada level kinerja B - C dan IO - LS, tanpa adanya sendi yang mencapai level LS - CP. Hal ini menunjukkan kapasitas cadangan struktur masih memadai. Pada arah Y, sendi plastis mulai terbentuk pada langkah ke-3, dengan perkembangan yang lebih cepat. Sebagian besar sendi berada pada level B, IO, dan LS,.

3. Perbandingan Respons Arah X dan Arah Y

Berdasarkan hasil analisis *pushover*, kurva kapasitas yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan atap (*roof displacement*) menunjukkan adanya perbedaan respons struktur pada arah X dan arah Y. Arah X memiliki gaya geser maksimum yang lebih tinggi (23.857,92 kN) dibandingkan arah Y (13.327,54 kN). Hal ini dapat disimpulkan bahwa struktur memiliki kapasitas lateral yang lebih besar pada arah X. Dari sisi deformasi, arah Y mampu mencapai perpindahan maksimum yang lebih besar dibandingkan arah X, sehingga menunjukkan tingkat daktilitas yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, struktur lebih kuat dan lebih kaku pada arah X, namun lebih daktail pada arah Y. Perbandingan kurva *pushover* arah X dan arah Y dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 8. Perbandingan Kurva *Pushover* Arah-X dan Arah-Y
Sumber : Analisis Pribadi

4. Evaluasi Terhadap *Standard* dan Kriteria Desain

Mengacu pada kriteria kinerja ATC-40 dan FEMA-356, kinerja struktur pada arah X berada pada tingkat *Immediate Occupancy* (IO)**,** sedangkan arah Y berada pada tingkat *Life Safety* (LS)**.** Hal ini menunjukkan bahwa pada arah X, struktur masih mampu digunakan pasca gempa tanpa perbaikan signifikan, sedangkan pada arah Y, kerusakan yang terjadi memerlukan perbaikan namun tidak menyebabkan keruntuhan total. Tidak ditemukan sendi plastis yang melampaui level

Collapse Prevention (>CP)**,** sehingga struktur dinilai memenuhi persyaratan kinerja menurut SNI 1726:2012.

5. KESIMPULAN

1. Hasil analisis pushover menunjukkan bahwa struktur Bangunan Utama Laska Hotel Ciater Resort mengalami perilaku elastis pada tahap awal pembebanan dan beralih ke perilaku nonlinier setelah terjadi pelelehan pada elemen struktur, yang ditunjukkan melalui kurva kapasitas hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan atap.
2. Titik kinerja (*performance point*) yang diperoleh berdasarkan metode *Capacity Spectrum ATC-40* dan *Displacement Coefficient FEMA-356* menunjukkan bahwa struktur berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), sehingga bangunan masih dapat digunakan setelah terjadi gempa dengan tingkat kerusakan yang sangat ringan.
3. Distribusi sendi plastis yang terbentuk selama analisis *pushover* didominasi pada elemen balok dibandingkan kolom, yang menunjukkan bahwa mekanisme keruntuhan struktur telah memenuhi konsep *strong column-weak beam* sehingga memberikan perilaku daktail dan meningkatkan keamanan struktur.
4. Nilai simpangan dan rasio *drift* struktur masih berada dalam batas yang diizinkan berdasarkan standar ATC-40, sehingga struktur mampu menahan beban gempa rencana tanpa mengalami kerusakan signifikan.
5. Secara keseluruhan, struktur Bangunan Utama Laska Hotel Ciater Resort memenuhi persyaratan kinerja gempa sesuai standar ATC-40 dan FEMA-356 serta memiliki tingkat keamanan dan keandalan yang memadai terhadap beban gempa di wilayah Kabupaten Subang.

DAFTAR PUSTAKA

Applied Technology Council (ATC)., (1996). ATC-40 *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings* Volume 1. Redwood City, California, U.S.A.

Badan Standarisasi Nasional. 1987. *SNI 03-1727-1989 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standar Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 1727:2013 Peraturan Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Cahyani, D. I., Budiman, E., Haryanto, B., Abdi, F. N., & Widiastuti, M. (2022). *Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus: Proyek Hotel Fox Harris Lite Di Jln. S. Parman, Kota Samarinda, Kalimantan Timur)*. Teknologi Sipil, 6(1), 30-37.

Chandra, I. N., Masril, M., & Habirun, A. N. (2024). *Analisis Struktur Atas Gedung Wisma Mulya Bukittinggi Terdahap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis.* Ensiklopedia Research and Community Service Review, 3(2), 72-82.

Chopra, A. K. (2012). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (4th ed.). Pearson Education.

Federal Emergency Management Agency (FEMA)., (2000). FEMA 356 *Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*, American Society Of Civil Engineers, Washington, D.C.

Hibbeler, R. C. (2017). *Structural Analysis* (9th ed.). Pearson Education.

Pangestu, B. R., Suksmono, A. K., & Wibowo, M. A. (2024). *Evaluasi Performa Struktural Gedung Fakultas Mipa Universitas Jenderal Soedirman Terhadap Gempa Dengan Metode Analisis Pushover*. CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 5(2), 73-78.

Prima, Y., & Darmiyanti, L. (2023). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Rusun TNI AU Halim Perdanakusuma Dengan Menggunakan Metode Pushover Analysis*. Jurnal Sipil Krisna, 9(2), 26-35.

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. (2022, Desember 13). *Jenis struktur bangunan yang perlu diketahui*. Diakses dari https://sipil.umamac.id/jenis-struktur-bangunan-yang-perlu-diketahui/

Saputra, M. R. (2019). *Studi Kinerja Gedung Empat Tingkat Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Statik Pushover*.

Sungkono, K. K. D., Krisdianti, E. A., & Gunarso, G. (2024). *Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Pushover Berdasarkan Atc-40*. Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, 29(2), 7-16.

Tubuh, I. K. D. K., Wirawan, I. P. A. P., & Sukharatta, I. W. (2022). *Level Kinerja Struktur Gedung B SMP Negeri 14 Denpasar Menggunakan Analisis Pushover Berdasarkan Fema 356*. Jurnal Ilmiah Kurva Teknik, 11(1), 47-56.

Wibawa, I. M. S., Tubuh, I. K. D. K., & Prawira, P. P. L. A. (2021). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Dengan Analisis Pushover Pada Proyek Gedung Rektorat Universitas Mahasaraswati Denpasar.* Jurnal Ilmiah Kurva Teknik, 10(2), 53-61.

Wiryadi, I. G. G., Wirawan, I. P. A. P., Tubuh, I. K. D. K., & Candra, I. M. A. (2022). *Level Kinerja Struktur Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana Berdasarkan Fema 356 Dan Atc-40.* Jurnal Teknik Gradien, 14(1), 25-34.

Zulaicha, L., & Setioningsih, R. (2021). *Analisis Gempa Pada Struktur Atas Gedung Rs Pratama Dengan Metode Pushover Analysis Berdasarkan Atc-40 Dan Sni 1726-2019.* EQUILIB, 2(2), 193-202.