

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan *software* ETABS sebagai media analisis perilaku struktur dengan analisis respon spektrum dan analisis *time history*. Proses analisis dimulai dengan tahapan pemodelan gedung secara 3 (tiga) dimensi berupa komponen strukturnya seperti, kolom, balok, *sharewall* dan plat. Kemudian, penyesuaian dimensi dan mutu bahan dari setiap komponen strukturnya. Selanjutnya dimasukan nilai pembebanan yang akan dialami oleh struktur berupa beban gravitasi (beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup) dan beban gempa (respon spektrum dan *time history*). Setelah itu dilakukan analisis kinerja struktur dengan prosedur asesmen ATC-40 untuk mengetahui pola keruntuhan yang digambarkan sebagai kurva kapasitas sehingga tingkat kinerja (*performance level*) dari struktur dapat diketahui.

3.2 Lokasi Studi Kasus

Studi kasus yang dianalisis pada penelitian ini gedung Swiss Belhotel Solo di daerah kota surakarta.

3.3 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder berupa *DED (detail engineering design) Structure* sebagai acuan dalam pemodelan struktur. Pada pemodelan struktur tersebut diinput beberapa komponen struktur berupa; kolom, balok, plat, dan *sharewall*. Berikut beberapa data umum pendukung untuk mengetahui identitas gedung yang akan diteliti :

Data Teknis Bangunan

Nama Bangunan	:	Swiss Belhotel Solo
Fungsi Bangunan	:	Hotel

Luas Bangunan	: $\pm 1.520 \text{ m}^2$
Jumlah Tingkat	: 20 lantai dan 2 <i>basement</i>
Tinggi Antar Lantai	: 2,5 m (<i>Basement 2B</i>) 1,5 m (<i>Basement 2A – Basement B</i>) 3,5 m (<i>Basement A</i>) 4 m (Lantai Dasar) 3 m (Lantai <i>Mezz</i>) 4 m (Lantai 2 – Lantai 3) 5 m (Lantai 4) 6 m (Lantai 5) 3,4 m (Lantai 6 – Lantai 19) 3,9 m (Lantai 20) 4 m (R. Mesin Lift) 3,3 m (Atap R. Mesin)
Tinggi Total Bangunan	: 84,75 m
Struktur	: Struktur Beton Bertulang
Struktur Utama	: Kolom, Balok, Pelat, Dinding Geser (<i>Share Wall</i>).
Mutu Beton	: $f_c' 40 \text{ MPa}$ $f_c' 35 \text{ MPa}$

Berikut tabel keterangan mutu beton yang digunakan untuk setiap komponen struktur dan dimensi kolom balok yang akan dimodelkan, untuk gambar dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 3. 1 Mutu Beton

Mutu Beton		
Komp. Struktur	f_c' (MPa)	Keterangan
- <i>Share Wall</i> -Kolom	40	Seluruh Lantai
-Balok -Pelat	35	Seluruh Lantai

Tabel 3. 2 Dimensi Kolom dan Balok

Dimensi Balok			Dimensi Balok		
Tipe	Dimensi (mm)		Tipe	Dimensi (mm)	
K SW1	800	x 400	B250.400	400	x 250
K1 (10)	1200	x 500	B250.500	500	x 250
K1 (15)	1000	x 400	B250.600	600	x 250
K1 (4)	1500	x 600	B250.650	650	x 250
K1 (6)	1200	x 600	B250.800	800	x 250
K1 (B2)	1500	x 700	B300.400	400	x 300
K2 (12)	1000	x 400	B300.500	500	x 300
K2 (14)	900	x 400	B300.600	600	x 300
K2 (4)	1200	x 500	B300.650	650	x 300
K2 (8)	1000	x 500	B300.700	700	x 300
K2 (B2)	1200	x 600	B300.800	800	x 300
K3 (12)	800	x 400	B400.700	700	x 400
K3 (6)	1000	x 400	B400.800	800	x 400
K3 (8)	900	x 400	B400.900	900	x 400
K3 (B2)	1000	x 500	B500.1500	1500	x 500
K4 (B2)	900	x 400	B500.900	900	x 500
K4 (LD)	800	x 400			
K5/K5a (B2)	900	x 500			
K5/K5a (LD)	800	x 500			
K6/K6a (B2)	900	x 400			
K6/K6a (LD)	800	x 400			
K7	400	x 400			
K8 (B2)	700	x 350			
K8 (LD)	700	x 300			
KL1 (10)	400	x 400			
KL1 (B2)	400	x 400			

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan suatu hasil penelitian dalam bentuk deskripsi atau penjelasan. Metode kuantitatif merupakan penelitian sistematis dengan data yang digunakan merupakan data yang dapat diukur menggunakan teknik statistik, matematika atau komputasi.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini ditentukan agar hasil dari penelitian menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan dan mencapai tujuan yang telah digagaskan. Maka, prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Pemodelan Struktur
3. Pembebanan Struktur
4. Metode Respon Spektrum
5. Metode *Time History*
6. Running Struktur
7. Kontrol Gaya Geser Dasar
8. Simpangan
9. Kinerja Struktur

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian tugas akhir ini sebagai acuan untuk perhitungan analisis kinerja struktur sesuai standar peraturan yang berlaku, studi literatur yang digunakan sebagai berikut:

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987
2. SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain,
3. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung,

Abdurrahman Ammar Al-arifi, 2025

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL 20 LANTAI DI KOTA SURAKARTA AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

4. *Applied Technology Council-40*,
5. Berbagai literatur mengenai beban gempa, kinerja struktur, dan seluruh pembasanan yang linear dengan penelitian tugas akhir ini.

3.5.2 Pemodelan Struktur

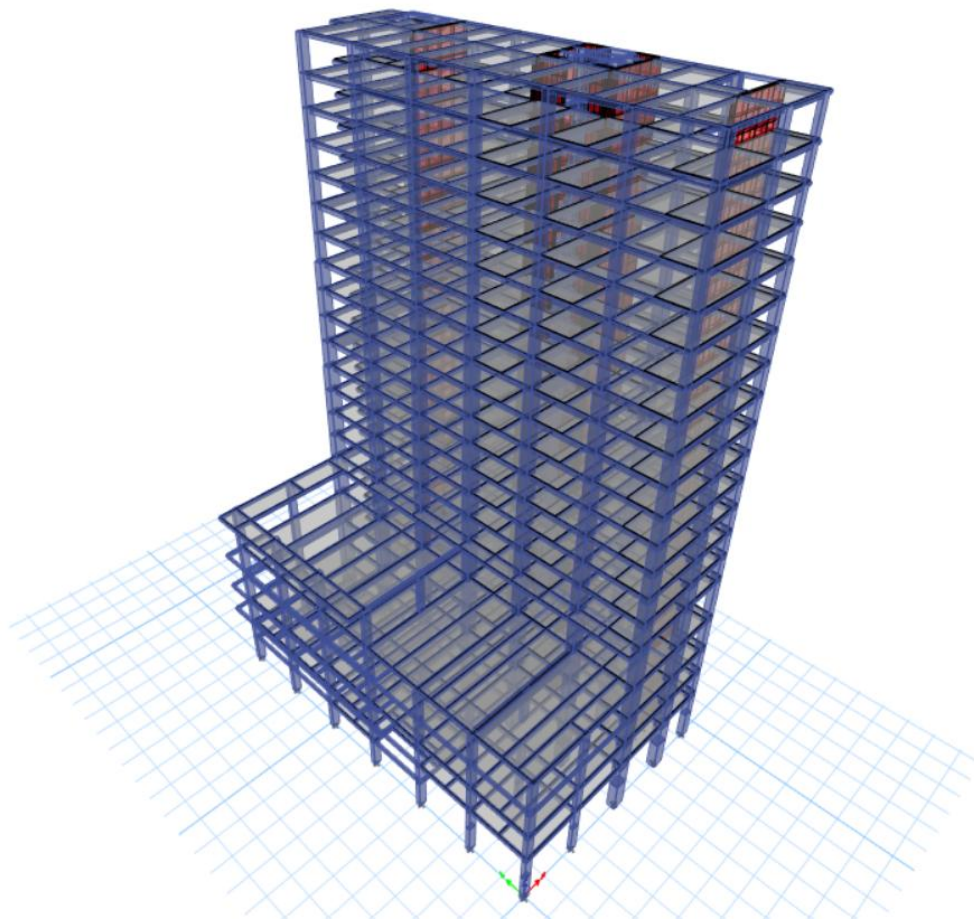
Pemodelan struktur dimulai dari pembuatan grid sebagai acuan peletakan komponen struktur yang akan diinput. Komponen struktur berupa kolom, balok, plat, *share wall* diinput secara berurutan dimulai dari lantai dasar dengan kesesuaian titik terhadap *DED* dan mutu material yang berlaku pada data penelitian.

Pemodelan untuk analisis struktur pada ETABS dibuat dengan 4 (empat) skenario pemodelan, sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Skenario Pemodelan ETABS

No	File Name (ETABS)	Kondisi	Keterangan
1	Model-1	Bangunan Eksisting + Beban Gravitasi (<i>LL, SIDL, Lr</i>)	Pemodelan bangunan eksisting dengan <i>input</i> besaran beban gravitasi berupa; beban hidup, beban mati tambahan dan beban hidup atap.
2	Model-2	Model-1 + Gempa Respon Spektrum	Menggunakan file Model-1, kemudian <i>input</i> beban respon spektrum dan kombinasi pembebanan yang akan digunakan. Dilakukan pengecekan periode struktur, serta analisis gaya geser dasar seismik dan analisis simpangan.
3	Model-3	Model-1 Tanpa Dinding Geser + Gempa Respon Spektrum	Menggunakan file Model-1, namun dinding geser diganti dengan balok untuk mengecek kekuatan struktur jika tidak memakai dinding geser.
4	Model-4	Model-2 + Linear Time History-1	Menggunakan file Model-2, <i>input</i> beban gempa <i>linear time history</i> pasangan pertama dan kombinasi pembebanan yang akan digunakan. Dilakukan analisis gaya geser dasar seismik dan analisis simpangan. Serta analisis kinerja strukturnya.
5	Model-5	Model-2 + Linear Time History-2	Menggunakan file Model-2, <i>input</i> beban gempa <i>linear time history</i> pasangan kedua dan kombinasi pembebanan yang akan digunakan. Dilakukan analisis gaya geser dasar seismik dan analisis simpangan. Serta analisis kinerja strukturnya.

No	File Name (ETABS)	Kondisi	Keterangan
6	Model-6	Model-2 + Linear Time History-3	Menggunakan file Model-2, <i>input</i> beban gempa <i>linear time history</i> pasangan ketiga dan kombinasi pembebanan yang akan digunakan. Dilakukan analisis gaya geser dasar seismik dan analisis simpangan. Serta analisis kinerja strukturnya.



Gambar 3. 1 Pemodelan ETABS Hotel di Daerah Kota Surakarta

3.5.3 Pembebanan Struktur

Pembebanan pada penelitian ini terbagi dalam 3 (tiga) pembebanan yaitu; beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Untuk beban gempa sendiri dianalisis pembebanan dengan respon spektrum dan *time history*. Pembebanan mati dan hidup ditentukan nilai beratnya dengan menggunakan peraturan SNI 1727:2020 Beban

Abdurrahman Ammar Al-arifi, 2025

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL 20 LANTAI DI KOTA SURAKARTA AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Dan pembebanan gempa menggunakan peraturan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung.

1. Beban Mati

Beban mati yang dihitung terdiri dari beban sendiri struktur dan beban selain struktur tersebut. Pada pemodelan ETABS digunakan komponen struktur berikut: kolom, balok, pelat, dan *share wall*. Berat sendiri dari masing-masing komponen struktur tidak perlu diinput, karena sudah terhitung otomatis oleh ETABS. Berat jenis beton bertulang yang digunakan 2400 kg/m³.

2. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan yang dimasukkan ke dalam ETABS dinotasikan dalam *Super Imposed Dead Load (SIDL)*. Beban mati tambahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat 3 (tiga) jenis sesuai fungsi tiap lantai pada gedung yang diteliti. Maka, uraian beban mati tambahan yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 3. 4 Beban Mati Tambahan Pelat Lantai Basement

No	Jenis Beban	Beban	Satuan	Keterangan
1	Ducting	1,1	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Mechanical Duct Allowance</i>

Tabel 3. 5 Beban Mati Tambahan Pelat Lantai Dasar sampai Lantai 20

No	Jenis Beban	Beban	Satuan	Keterangan
1	Ducting	0,19	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Mechanical Duct Allowance</i>
2	Penggantung langit-langit	0,1	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Suspended steel channel system</i>
3	Plafon	0,05	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Acoustical fiberboard</i>
4	Penutup lantai	1,1	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Ceramic or quarry tile (19 mm) on 25-mm mortar bed</i>

5	Dinding bata ringan	1,961	kN/m ²	PPURG 1987 Tabel 1, <i>Dinding Pasangan Batako 10 cm</i>
Total Beban Mati Tambahan Pelat Lantai Dasar - Lantai 20		3,401	kN/m ²	

Tabel 3. 6 Beban Mati Tambahan Pelat Atap Lantai 20

No	Jenis Beban	Beban	Satuan	Keterangan
1	Ducting	0,19	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Mechanical Duct Allowance</i>
2	Penggantung langit-langit	0,1	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Suspended steel channel system</i>
3	Plafon	0,05	kN/m ²	SNI 1727: 2020 Tabel C3.1-1, <i>Acoustical fiberboard</i>
5	Lapisan aspal	0,137	kN/m ²	PPURG 1987 Tabel 1, <i>Aspal</i>
Total Beban Mati Tambahan Pelat Atap Lantai 20		0,477	kN/m ²	

3. Beban Hidup

Beban hidup yang dimasukkan ke dalam ETABS dinotasikan dalam *Live Loads (LL)*. Beban hidup ini mendapatkan reduksi dari beban gempa. Perhitungan beban hidup dalam ETABS diinput pada *load case*, adalah 0, maka beban hidup perlu dimasukkan secara manual sesuai peraturan SNI 1727:2020.

Tabel 3. 7 Beban Hidup

No	Jenis Hunian dan Penggunaan	Beban	Satuan	Keterangan
1	Hotel	Ruang Pribadi dan Koridornya	1,92	kN/m ²
		Ruang Publik dan Koridornya	4,79	kN/m ²
2	Atap	Atap bukan untuk hunian	0,96	kN/m ²

4. Beban Gempa

Abdurrahman Ammar Al-arifi, 2025

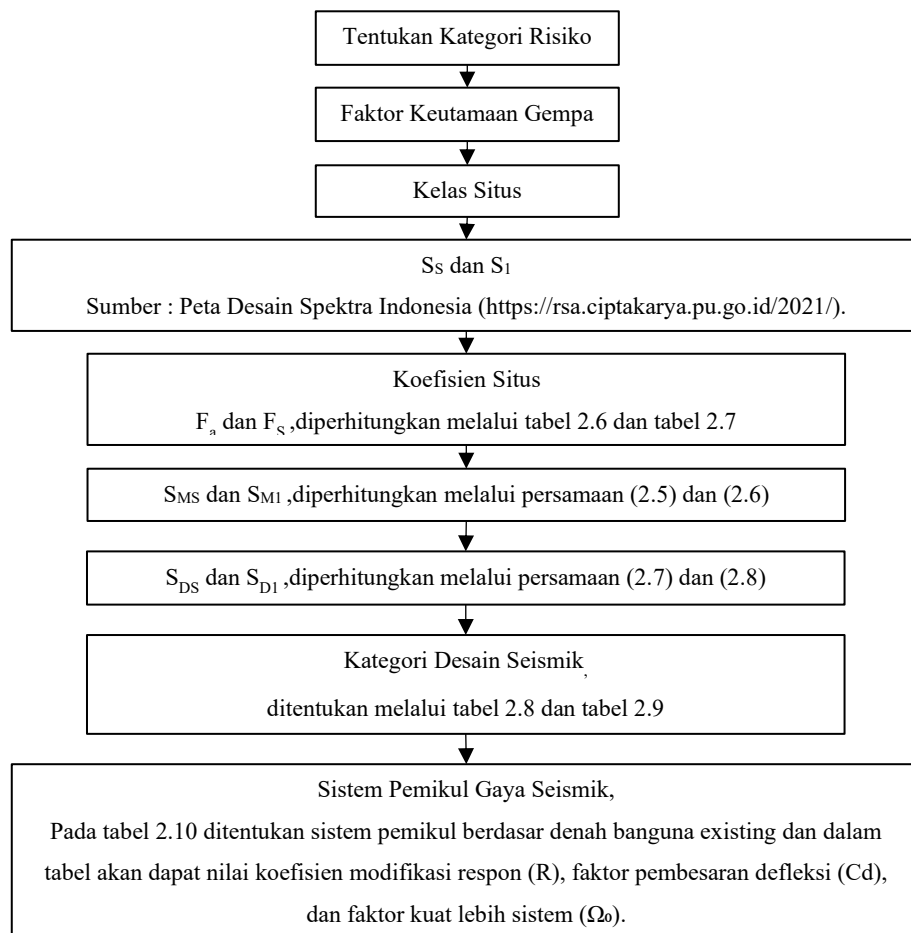
ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL 20 LANTAI DI KOTA SURAKARTA AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pembebanan gempa yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah analisis pembebanan respon spektrum dan analisis pembebanan *time history*. Untuk pembebanan gempa menggunakan peraturan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. Penjelasan lebih lanjut mengenai analisis pembebanan respon spektrum dan *time history* diuraikan dalam sub bab berikut.

3.5.4 Metode Respon Spektrum

Metode pembebanan respon spektrum perlu dibuatnya grafik respon spektrum untuk digunakan sebagai fungsi beban gempa. Pembuatan grafik perlu ditentukan nilai parameter yang ada, maka proses penentuan nilai parameter sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Alur Tahapan Metode Respon Spektrum

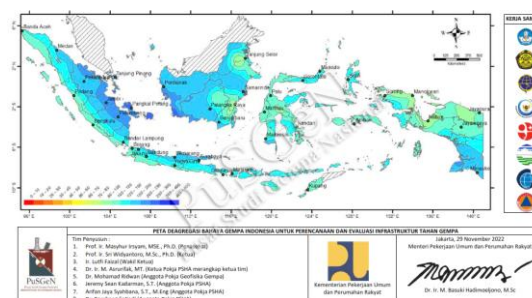
3.5.5 Metode Time History

Percepatan gempa yang dipilih harus memiliki respons spektrum mendekati respons spektrum elastik desain. Data rekaman gempa tersebut kemudian dimodifikasi dengan penskalaan menggunakan persamaan tertentu. Untuk menampilkan *ground motion* dari data rekaman gempa digunakan perangkat lunak ETABS, sedangkan proses penskalaan agar respons spektrum konvergen dilakukan dengan bantuan ETABS.

Lokasi gedung yang ditinjau berada di Surakarta, yaitu wilayah dengan catatan riwayat gempa yang relatif terbatas. Berdasarkan SNI 1726-2019, rekaman atau simulasi riwayat waktu percepatan tanah harus dipilih dari beberapa kejadian gempa yang memiliki kesamaan magnitudo dan jarak sumber. Oleh karena itu, dipilih tiga data rekaman gempa dari NGA West.Peer untuk dianalisis. Langkah penentuan *ground motion* hingga *spectral matching* dijelaskan sebagai berikut,

1. Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan Dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa, untuk penentuan nilai *Magnitudo* dan Deagregasi (Jarak) pada 3 (tiga) sumber gempa yaitu; *Shallow Crustal*, *Megathrust*, *Benioff*. Dengan periode 0,2 detik dan periode ulang 250 tahun.

Gambar 3. 3 Contoh Peta deagregasi



Sumber : Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan Dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa, Gambar L2.4

2. Pengambilan data gempa atau *ground motion* melalui 2 (dua) *website*;
 a) PEER Ground Motion (NGA West) untuk sumber gempa *Shallow*

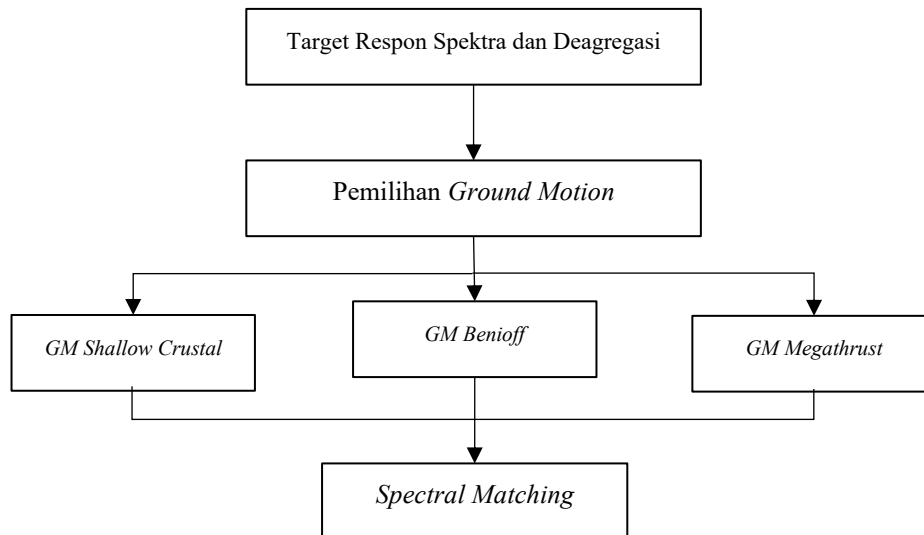
Abdurrahman Ammar Al-arifi, 2025

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL 20 LANTAI DI KOTA SURAKARTA AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- b) National Hazard Risk And Resiliency Research Center (NHR3)/(NGA Sub) untuk sumber gempa *Megathrust* dan *Benioff*.
3. *Spectral Matcing* diperhitungkan dalam ETABS sesuai tabel 2.13

Berikut gambar alur langkah-langkah penentuan *ground motion* :



Gambar 3. 4 Alur Penentuan Ground Motion Metode *Time History*

3.5.6 Running Struktur

Proses tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana struktur bangunan yang dimodelkan mampu memenuhi kriteria keamanan gempa. Pada program ETABS, hasil analisis divisualisasikan melalui gradasi warna elemen. Elemen yang berwarna merah menunjukkan bahwa struktur tidak memenuhi syarat keamanan, sedangkan elemen yang berwarna biru muda hingga kuning menunjukkan kondisi struktur yang masih mampu menahan gaya gempa rencana.

Hasil analisis respons spektrum dan *time history* menjadi acuan utama dalam penilaian kinerja struktur. Parameter yang dianalisis adalah simpangan global (*drift*) dan simpangan antar lantai (*interstory drift*), yang secara langsung menunjukkan perilaku deformasi struktur terhadap pengaruh gempa. Nilai yang digunakan sebagai dasar evaluasi diambil dari masing-masing akselerogram masukan, kemudian dipilih nilai maksimum sebagai representasi respons terberat yang dialami struktur.

Abdurrahman Ammar Al-arifi, 2025

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL 20 LANTAI DI KOTA SURAKARTA AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.7 Kontrol Gaya Geser Dasar

Sesuai dengan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung, Umumnya gaya dasar seismik (V), dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$V = C_s \times W$$

Dimana:

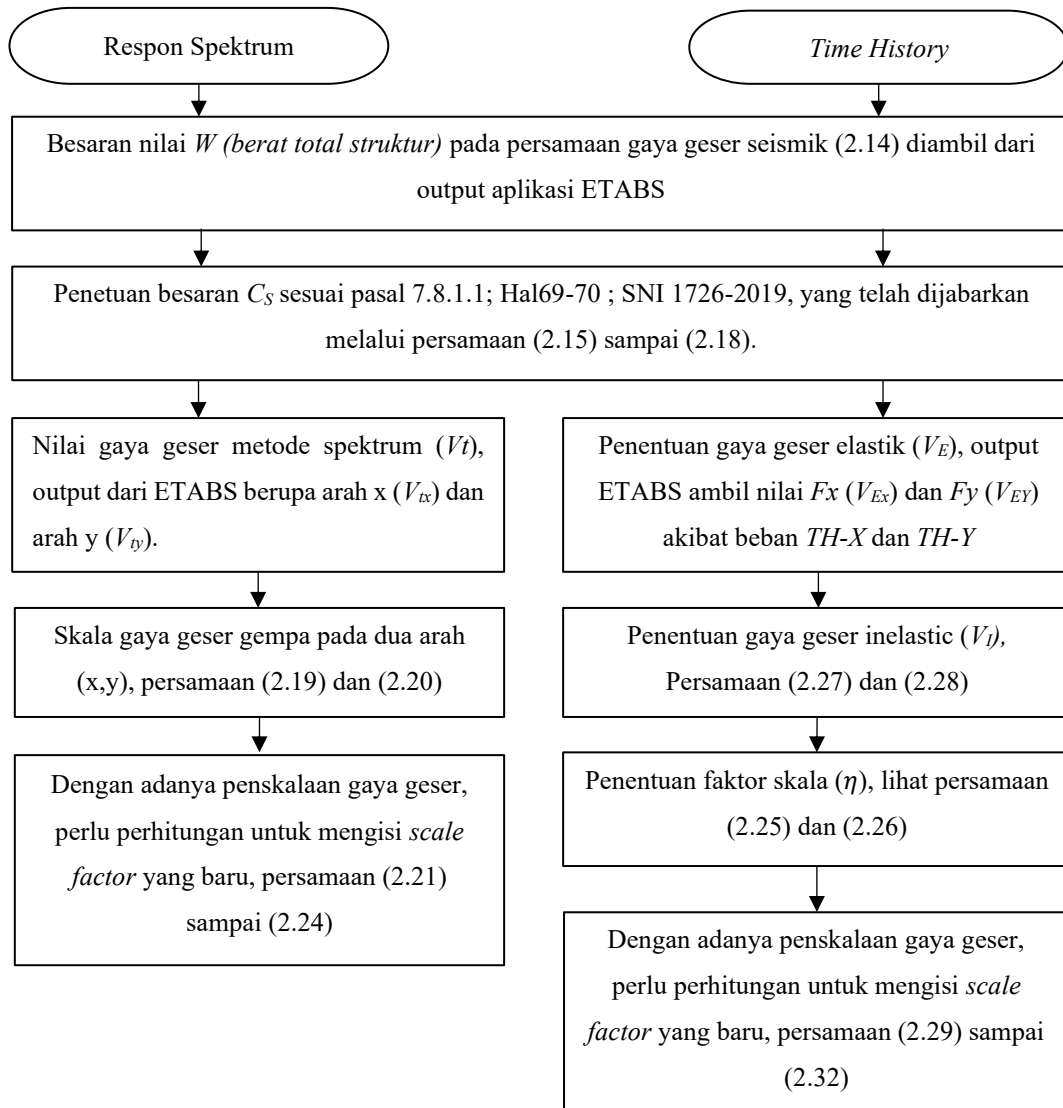
C_s = koefisien respon seismik

W = berat total gedung

Pada atau dapat disimpulkan gaya geser dinamik harus lebih besar sama dengan gaya geser statik,

$$V_{dinamik} \geq V_{statik}$$

Jika gaya geser dasar statik lebih besar, perlu dilakukan penyesuaian skala terhadap gaya geser dinamik (V_t). Pada penelitian ini gaya geser dinamis yang akan didapatkan melalui 2 (dua) metode beban gempa dinamis, yaitu metode respon spektrum dan metode *time history*. Kedua metode memiliki penskalaan gaya geser yang berbeda, berikut langkah-langkah mengenai penskalaan gaya geser dasar dari masing-masing metode dengan gambar alur:



Gambar 3. 5 Alur Tahapan Kontrol Gaya GeseR

3.5.8 Simpangan

Bagi struktur yang didesain memiliki ketidakberaturan horizontal, simpangan antar tingkat desain, harus dihitung sebagai selisih terbesar dari simpangan titik-titik yang segaris secara vertikal di sepanjang salah satu bagian tepi struktur, di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Simpangan yang terjadi harus

tetap dalam batas yang sudah diizinkan, harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{xe}}{I_e}$$

Dimana:

C_d = faktor pembesaran defleksi

I_e = faktor keutamaan gempa

δ_{xe} = simpangan di tingkat -x

Δa = simpangan di tingkat -x

Persamaan tersebut terdapat pada SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung.

3.5.9 Kinerja Struktur

Kinerja Struktur ATC-40

ATC-40 mengelompokan level kinerja struktur (performance level) berdasarkan nilai maksimum total simpangan pada lantai atap terhadap tinggi total struktur. Dapat dilihat pada tabel 2.15

3.6 Diagram Alir Penelitian

