

BAB III

METODE PENELITIAN

1.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah evaluasi kinerja struktur bangunan gedung terhadap beban gempa dengan metode analisis dinamik respons spektrum dan *time history* yang di bantu dengan software ETABS v20. Analisis dilakukan dengan cara pemodelan gedung secara 3 dimensi dimulai dari kolom, balok, pelat lantai, pelat atap dan komponen struktur gedung lainnya dengan *software*. Setelah pemodelan selesai akan didapat output analisis struktur perpindahan (*displacement*), simpangan (*drift*), dan gaya geser dasar (*base shear*). Setelah didapatkan simpangan dapat diketahui kinerja struktur dengan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit dan juga tingkat kinerja struktur berdasarkan ATC – 40.



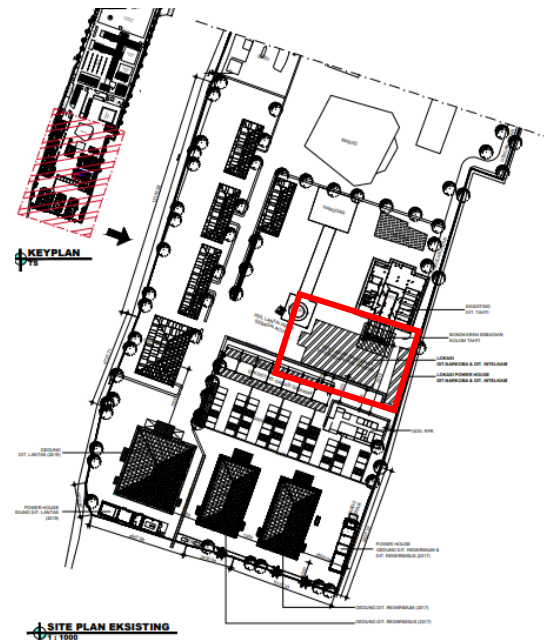
Gambar 3.1 Visual Desain 3D Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar

Sumber : Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar 2021

Muhammad Irsan Arrasyid, 2022

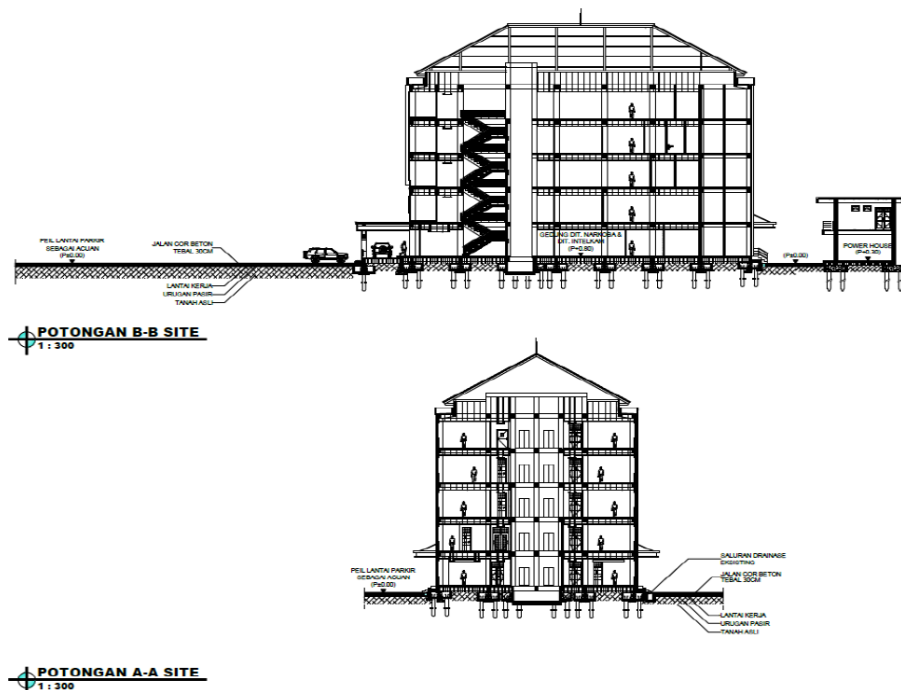
Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa Dengan Metode Analisis Respons Spektrum dan Time History (Studi Kasus : Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar Kota Bandung)

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



Gambar 3.2 Denah Site Plan

Sumber : Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar 2021



Gambar 3.3 Tampak Bangunan

Sumber : Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar 2021

1.2 Lokasi Objek Penelitian

Lokasi pada penelitian ini pada Gedung Direktorat Direktorat Narkoba Dan Direktorat Intelkam Polda Jabar di Jl. Soekarno Hatta No.748, Cimenerang, Kec. Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat 40292. Dengan luas bangunan sebesar 3750 m^2

Gedung direktorat dan intelkam merupakan salah satu unsur pelaksana tugas pokok yang berada di bawah Kapolda. Ditresnarkoba bertugas menyelenggarakan penyelidikan dan penyidikan tindak pidana penyalahgunaan narkoba, termasuk penyuluhan dan pembinaan dalam rangka pencegahan dan rehabilitasi korban penyalahgunaan narkoba



Gambar 3.4 Lokasi Proyek Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar

Sumber : Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar 2021

Studi kasus yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar dengan struktur beton bertulang dengan jumlah lantai yaitu 5 lantai.

1.3 Instrumen Penelitian

1.3.1 Data Teknik Proyek

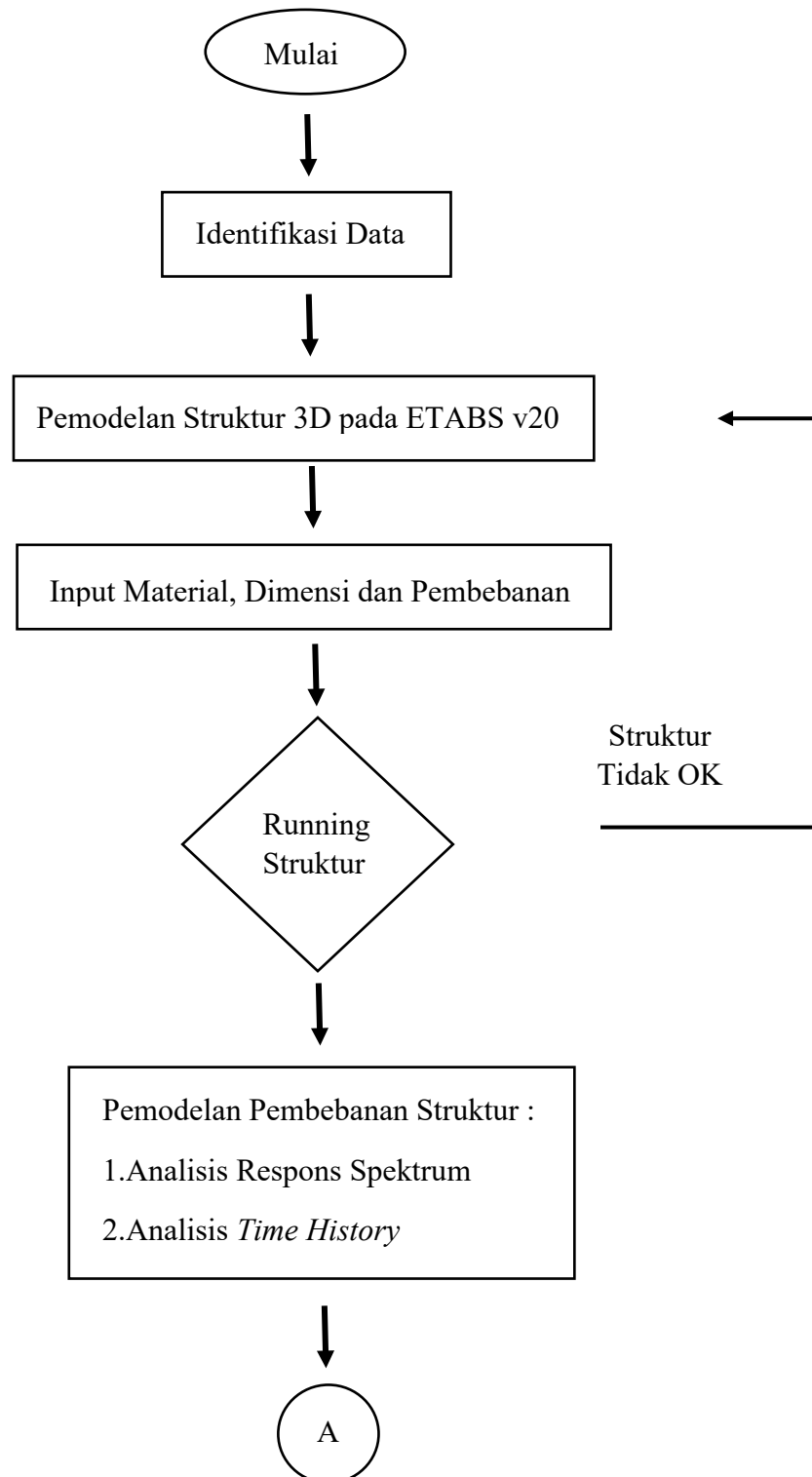
Data Teknik proyek Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam adalah sebagai berikut :

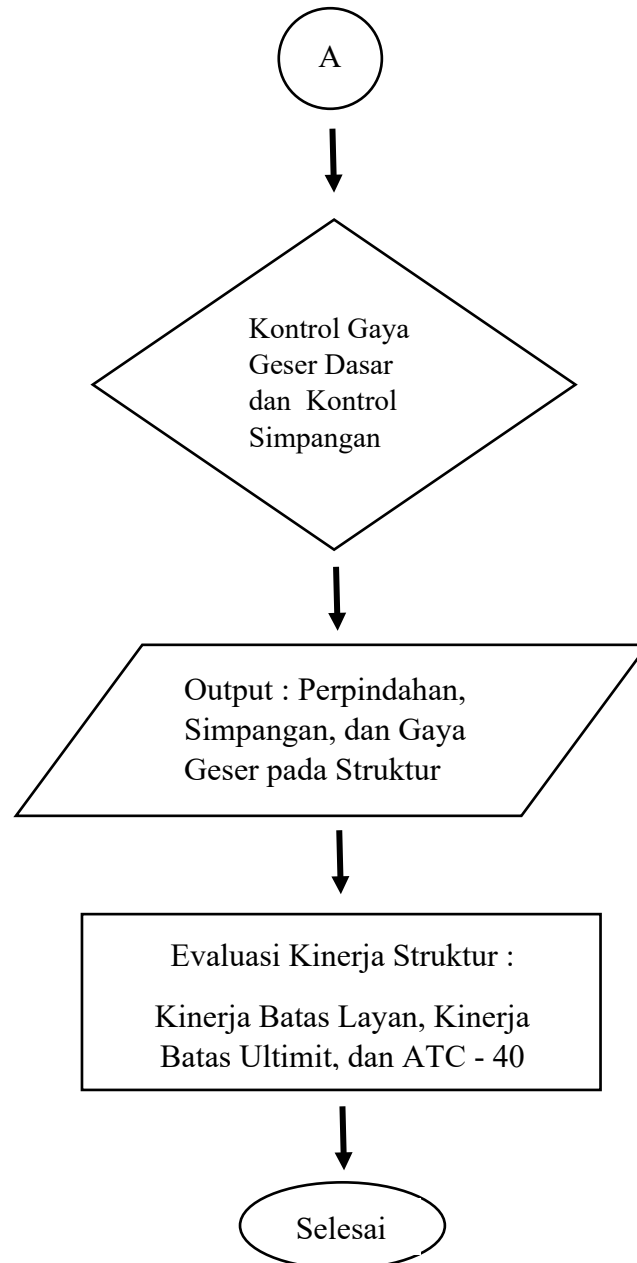
- Luas Tanah = 750 m^2
- Luas Bangunan = 3750 m^2
- Jumlah Lantai = 5 lantai
- Tinggi Antar Lantai = 4 m
- Sistem Pondasi = Pondasi Tiang Pancang
- Mutu Baja Tulangan = 400 Mpa
- Mutu Beton = K-350 (31,2 Mpa)

1.3.2 ETABS V20

Dengan menggunakan program ETABS V20 peneliti melakukan pembuatan atau perubahan model, melakukan analisis, dan mengoptimalkan desain. Hasil keluaran berupa tampilan grafis yang meliputi gaya – gaya elemen seperti perpindahan (*displacement*), simpangan (*drift*), dan gaya geser dasar (*base shear*).

1.4 Prosedur Penelitian





Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

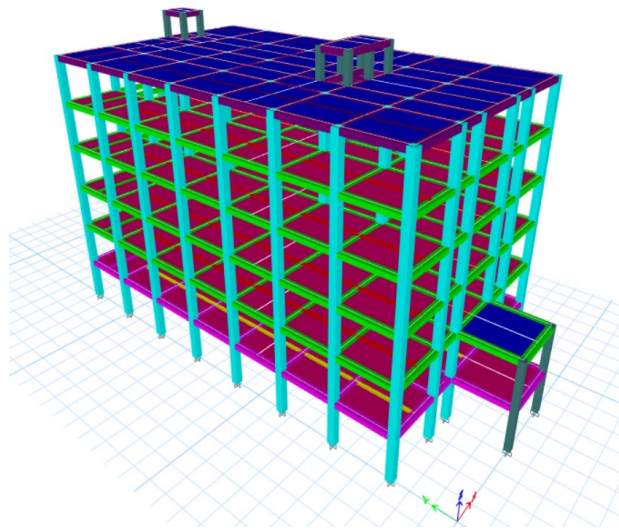
1.4.1 Identifikasi Data

Data yang didapat adalah data sekunder berupa data teknis proyek dan *shop drawing* Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar yang digunakan untuk kebutuhan analisis penelitian. Data

tersebut diperoleh dari instansi yang berkepentingan yaitu, PT. Unggul Sokaja, selaku kontraktor proyek pembangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar.

1.4.2 Pemodelan Struktur dengan ETABS

Pada pemodelan tiga dimensi dimulai dengan memodelkan dimensi dan material elemen struktur yang akan digunakan sesuai dengan *shop drawing* Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar seperti balok, kolom, pelat, dan lainnya.



Gambar 3.6 Pemodelan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar 3D ETABS

Sumber : Software ETABS V20

1.4.3 Input Pembebanan

Input pembebanan berdasarkan dengan SNI 1727-2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Untuk beban gempa desain diambil sesuai dengan SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dengan wilayah gempa di kota Bandung.

1. Beban Mati

Beban mati yang dihitung berdasarkan pemodelan yang ada dimana berat sendiri elemen struktur terdiri dari kolom, balok, dan pelat lantai dihitung secara otomatis dengan program ETABS. Berat sendiri dari elemen struktur ini tergantung pada berat jenis elemen struktur tersebut. Beban mati yang dihitung didalam program ETABS dimasukan kedalam *load case* dead sebesar 1. Sedangkan berat sendiri yang tidak dapat dimodelkan dalam program ETABS dalam *load case* *super dead* dengan perhitungan sebesar 0.

2. Beban Hidup

Beban hidup dimasukan dalam program ETABS dinotasikan dalam *live*. Beban hidup ini mendapatkan reduksi dari beban gempa. Perhitungan beban hidup ini dalam program ETABS untuk *live* adalah 0, dimana beban hidup perlu dimasukan secara manual sesuai dengan data yang ada berdasarkan SNI 1727-2020 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Beban Hidup

Item	Beban
Pelat Lantai	2,4 kn/m^2
Pelat Atap	0,96 kn/m^2

3. Beban Gempa

Beban gempa yang mengikuti persyaratan dan kriteria Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726:2019). Pada penelitian ini beban gempa yang digunakan untuk menentukan level kinerja struktur yaitu analisis Respons Spektrum dan analisis *time history*.

a. Analisis Respons Spektrum

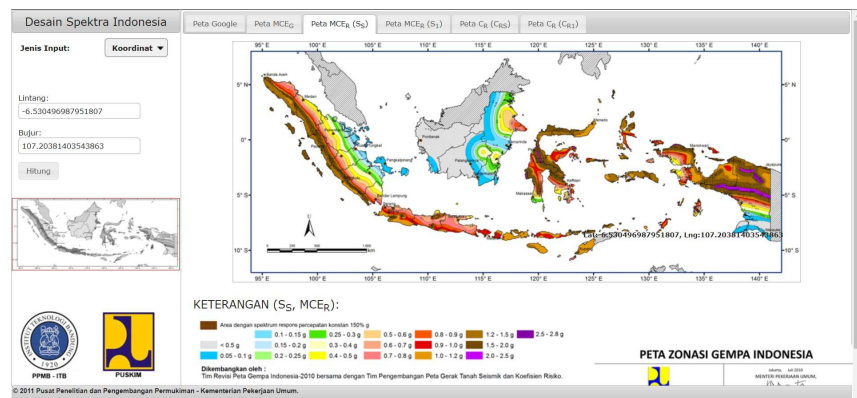
Pada analisis repons spektrum perhitungan dimulai dengan menentukan kategori resiko struktur, parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik, kelas situs tanah berdasarkan batuan dasar permukaan tanah, menentukan

parameter dan koefisien situs respons spektral percepatan gempa maksimum.

Berikut adalah data – data yang diperlukan dalam melakukan analisis dinamik respons spektrum :

Untuk menentukan nilai parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek (SDS) dan periode 1 detik (SD1) digunakan kurva respons spektrum desain berdasarkan program yang telah disediakan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada website berikut :

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2021/



Gambar 3.7 Peta Zonasi Gempa Indonesia

Sumber : Desain Spektra Puskim PU

1) Kategori Risiko Struktur

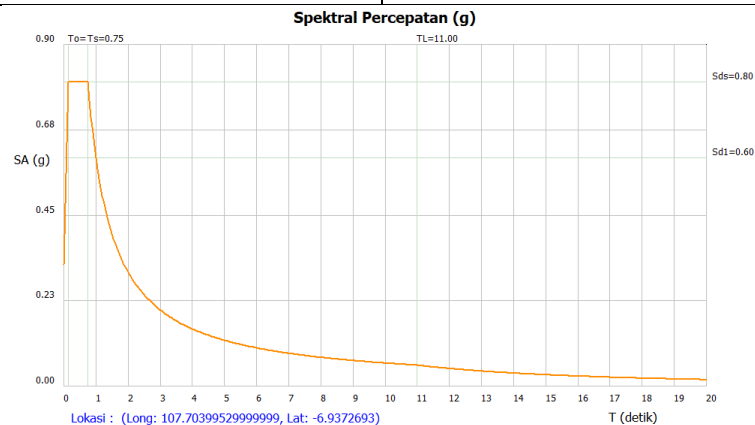
Nilai kategori resiko struktur bangunan Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar berdasarkan tabel 2.1 atau pada SNI 1726-2019 (tabel 3) sesuai dengan fungsi bangunan yaitu sebagai gedung perkantoran, masuk dalam kategori resiko II.

2) Parameter Percepatan Gempa

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (SDS) dan pada periode 1 detik (SD1) ditentukan melalui grafik respons spektrum desain Puskim PU untuk daerah di Bandung :

Tabel 3.2 Parameter Percepatan Gempa Bandung

$S_s = 1,159$	$S_1 = 0,5012$
$F_a = 0.972$	$F_v = 2,197$
$SMS = 1,126$	$SM1 = 1,101$
$SDS = 0,7517$	$SD1 = 0,7343$



Gambar 3.8 Respons Spektrum Desain

Sumber:

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2021/

3) Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs dapat ditentukan berdasarkan data tanah setempat bangunan gedung yang akan dilakukan penelitian dan apabila data tanah tidak diketahui maka diambil asumsi bahwa tanah setempat merupakan jenis tanah lunak. Diketahui kelas situs berdasarkan data tanah setempat bangunan gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar adalah SE (tanah lunak).

4) Kategori Desain Seismik

Pada SNI 1726-2019 berdasarkan SDS atau SD1 dalam memilih kategori desain seismik untuk gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar yang berlokasi di Bandung masuk dalam kategori resiko desain seismik D.

5) Faktor Keutamaan Bangunan (I)

Nilai faktor keutamaan gedung dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.2 atau pada SNI 1726-2019 (tabel 4) dan disesuaikan nilai

kategori resiko struktur, maka didapatkan faktor keutamaan bangunan gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar sebesar 1,0.

6) Koefisien Respon (R), Faktor Amplifikasi Defleksi (C_d), dan Faktor Kuat Lebih (Ω_0)

Nilai dari koefisien modifikasi respon dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.4 atau sesuai dengan SNI 1726-2019 (tabel 12). Sistem struktur bangunan gedung ini termasuk dalam sistem rangka pemikul momen (rangka beton bertulang pemikul momen khusus). Besarnya nilai faktor reduksi gempa $R = 8$, $C_d = 5.5$, dan $\Omega_0 = 3$.

b. Analisis Respons *Time History*

Gaya gempa yang menjadi acuan dalam analisis ini diambil dari percepatan maksimum permukaan tanah (PGA) yang berasal dari gempa yang sudah pernah terjadi minimal tiga gerak tanah yang sesuai harus digunakan dalam analisis. Kemudian percepatan gempa yang dipilih dimodifikasi dengan menskalakan rekam gempa menggunakan persamaan.

Dari Tabel 2.15 dan 2.16 ringkasan zona potensial sumber seismik (*megathrust* dan sesar), Kota Bandung memiliki *magnitude* sebesar 6,5 – 7,6 dengan rata-rata jarak titik gempa 75 km - 150 km. Maka dipilihlah tiga data rekaman gempa diambil dari website *NGAWEST2.BERKELEY.EDU* terhadap gempa di Kota Bandung sebagai berikut :

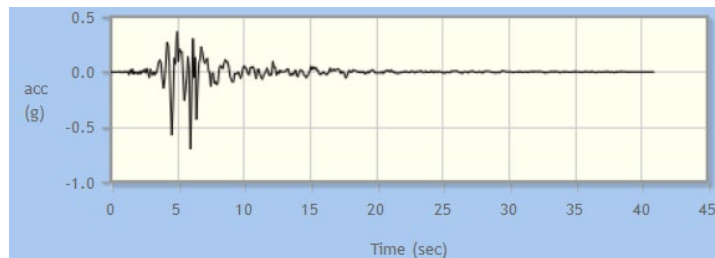
Tabel 3.3 Ground Motion Untuk Perhitungan Analisis *Time History*

No	Tempat	Stasiun	Tahun	Mag.
1.	Kobe, Japan	Takarazuka	1995	6,90
2.	Trinidad	Rio Dell Overpass	1980	7,20

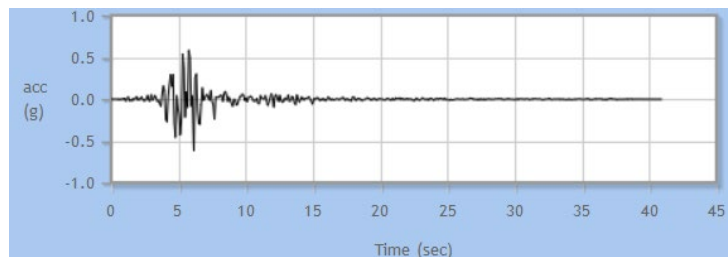
3.	Imperial Valley	Delta	1979	6,53
----	-----------------	-------	------	------

Sumber : <https://ngawest2.berkeley.edu/>

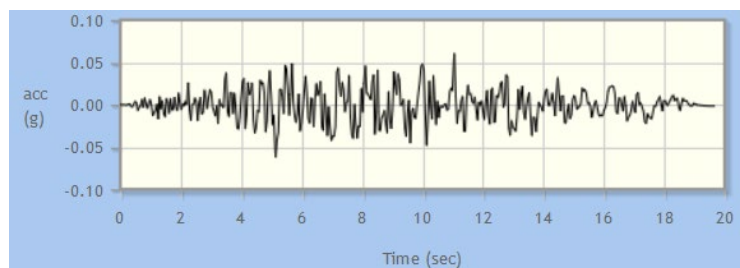
Data gempa berupa ground motion yang diambil dari website *NGAWEST2.BERKELEY.EDU* adalah data asli yang belum diskala terhadap gempa Kota Bandung. Data ground motion unscaled dapat dilihat pada Gambar 3.9 s.d. Gambar 3.17



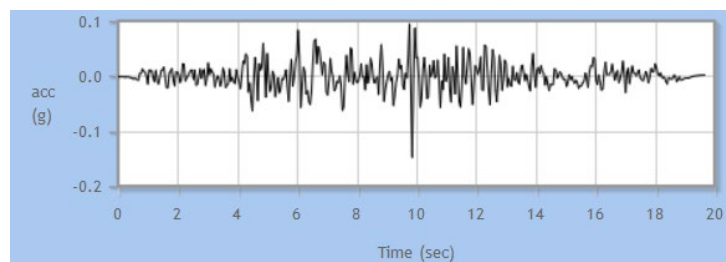
Gambar 3.9 Takarazuka Horizontal 1



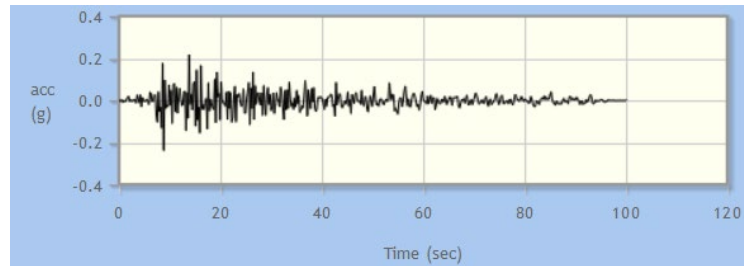
Gambar 3.10 Takarazuka Horizontal 2



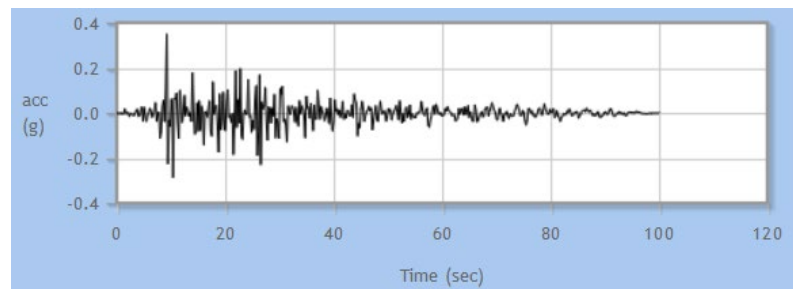
Gambar 3.11 Trinidad Horizontal 1



Gambar 3.12 Trinidad Horizontal 2



Gambar 3.13 Imperial Valley Horizontal 1



Gambar 3.14 Imperial Valley Horizontal 2

Hasil analisis *time history* pada ETABS yang menjadi acuan dalam menentukan kriteria kinerja struktur adalah respons struktur terhadap gempa yakni simpangan (*drift*) dan simpangan antar lantai (*interstory drift*) dengan metode spektrum kapasitas (ATC - 40).

1.4.4 Running Struktur

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi bangunan yang dimodelkan memenuhi kriteria keamanan dilihat dari visual yang ada pada ETABS, apabila gedung tersebut tidak memenuhi tingkat keamanan maka gambar elemen akan terlihat berwarna merah.

Jika elemen struktur tidak berada pada rentang warna biru muda hingga kuning, maka struktur dinyatakan tidak kuat menahan beban yang bekerja, dan diperlukan pengecekan kembali terhadap dimensi tiap elemen struktur.

1.5 Analisis Data

1.5.1 Analisis Respons Spektrum

Analisis dinamik dengan metode respons spektrum yang dilakukan dengan menggunakan program ETABS bertujuan untuk mendapatkan nilai gaya geser dasar dan simpangan. Proses perhitungan analisis spektrum respon adalah sebagai berikut: (1) analisis statik untuk mendapatkan prategang di bawah gravitasi; (2) analisis modal; (3) analisis spektrum respon titik tunggal; (4) modal ekspansi; (5) kombinasi modal; (6) hasil pasca-pemrosesan

1.5.2 Analisis Time History

Jika beban gempa sudah dihitung sampai beban respons spektral dan kondisi struktur aman, selanjutnya dilakukan analisis riwayat waktu menggunakan program ETABS untuk mendapat *displacement* dan *story drift*.

Dalam ATC-40 performance level suatu struktur ditentukan oleh nilai maximum total drift, yaitu rasio perpindahan lateral pada lantai atap (Δ_{Roof}) terhadap tinggi total struktur (H) atau dituliskan Δ_{Roof}/H . Ilustrasi mengenai *drift* (Δ) dan *interstory drift*.

1.5.3 Kontrol Desain

1. Kontrol Gaya Geser Dasar

Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi beban gempa yang menjadi data masukan pada program ETABS berupa grafik respons spektrum Kota Bandung dengan jenis tanah lunak (SE). Dalam mendefinisikan beban gempa terdapat faktor skala yang digunakan sesuai dengan SNI 1726:2019, adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung faktor skala adalah :

$$F = \frac{g_l}{R}$$

Keterangan :

I = Faktor keutamaan gempa

g = Besaran gravitasi

R = Koefisien modifikasi respons

Untuk Kontrol gaya geser dasar digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_{dinamik} > V_{statik}$$

Apabila tidak memenuhi persamaan tersebut, maka digunakan persamaan berikut :

$$X = \frac{V_{statik}}{V_{dinamik}}$$

Dimana :

$V_{dinamik}$ = gaya geser yang didapatkan dari hasil analisis respons spektrum

V_{statik} = gaya geser yang didapatkan dari hasil analisis statik ekuivalen

2. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Nilai simpangan antar lantai desain tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin. Sesuai ketentuan dalam SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 mengenai batasan simpangan antar lantai dengan persamaan sebagai berikut $\delta_x = \frac{C_d \delta_{se}}{I_e} \leq \Delta_a$.

1.5.4 Evaluasi Kinerja Struktur

1. Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan membatasi simpangan lateral (*drift*) antar tingkat pada arah X atau arah Y : $\Delta_i \leq \Delta_i$ izin

$$\Delta_i \text{ izin} = (0,03/R) \times \Delta H$$

Keterangan :

Δ_i = simpangan lateral (*drift*) antar tingkat pada arah X/Y

Δ_i izin = simpangan lateral (*drift*) antar tingkat izin pada arah X/Y

R = koefisien modifikasi respon sistem struktur tinjauan arah

X atau Y

ΔH = tinggi tingkat

2. Kinerja Batas Ultimit

Simpangan dan simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa, dikalikan dengan suatu faktor pengali.

$$\xi = 0,7 \times R/FS, \text{ dimana } FS = V/V_t \geq 1$$

Tidak melewati simpangan izinnya, dimana simpangan izinnya adalah :

$$(\xi \times \Delta_i) \leq (0,02 \times \Delta H)$$

3. Kinerja Struktur berdasarkan ATC – 40

ATC – 40 mengelompokan level kinerja struktur (*performance level*) berdasarkan nilai maksimum total simpangan pada lantai atap terhadap tinggi total struktur.