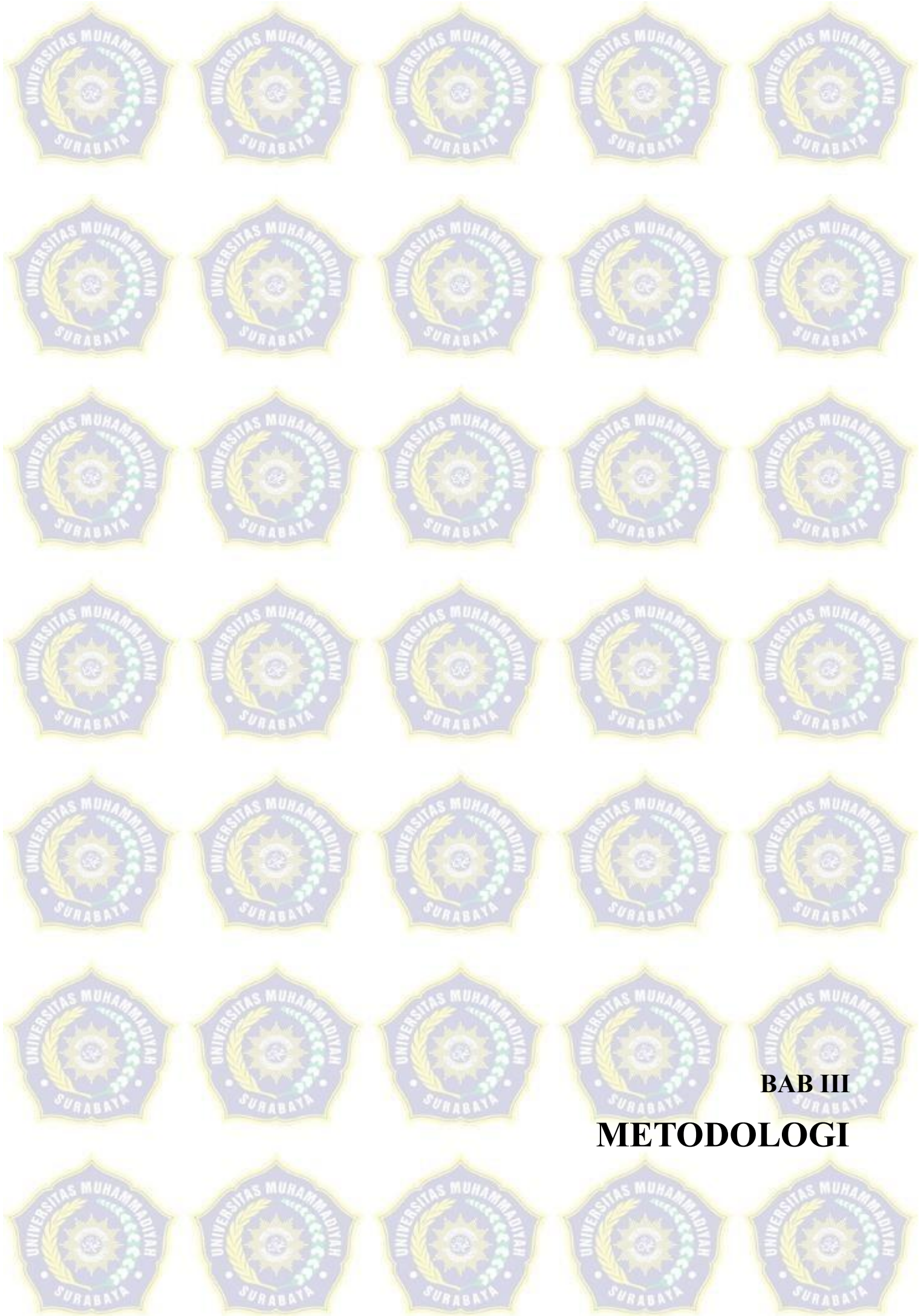


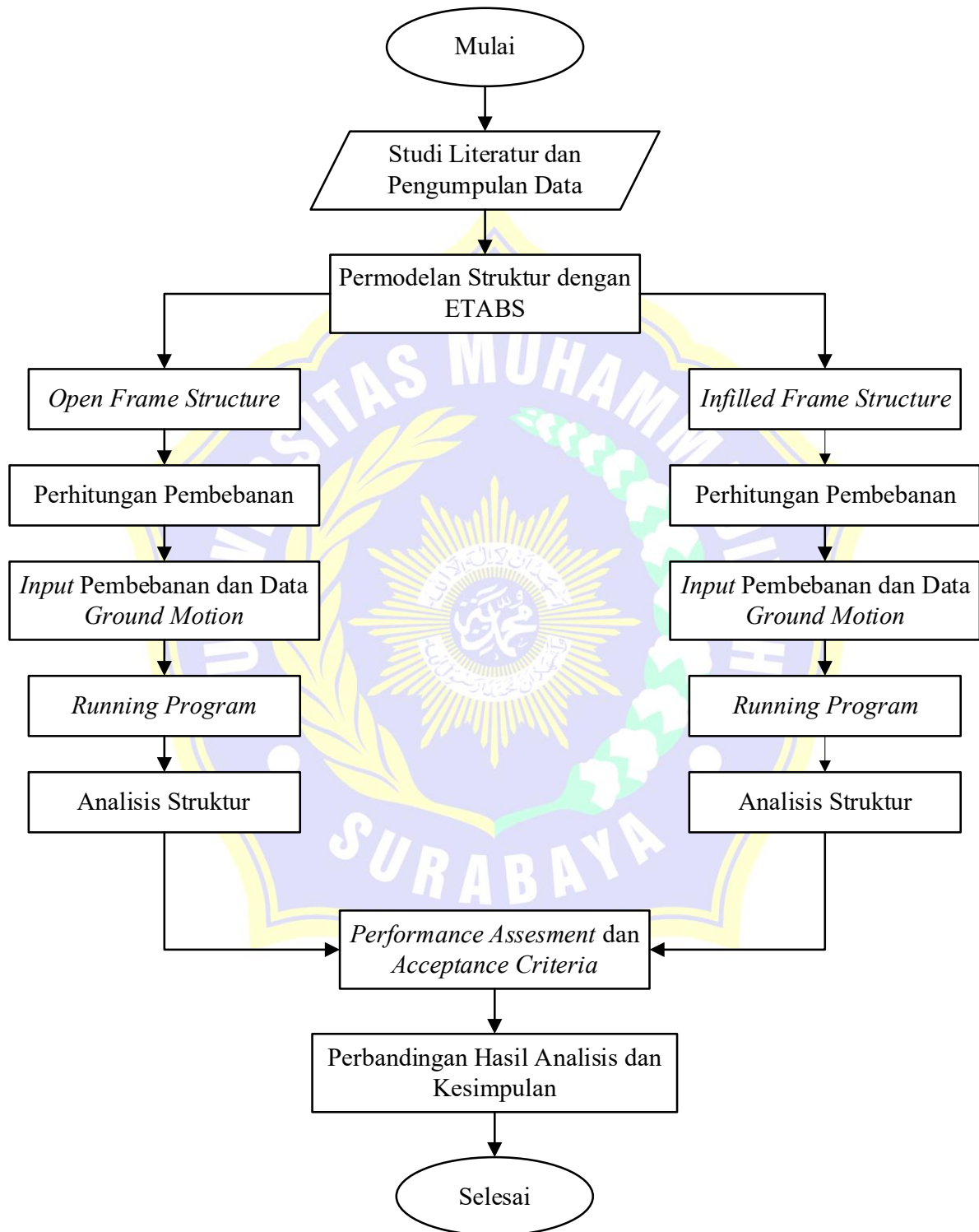


BAB III

METODOLOGI



BAB III METODOLOGI



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.1 Umum

Pada bab ini akan menguraikan dan menjelaskan cara dan urutan pelaksanaan penyelesaian penelitian ini. Mulai dari studi literatur, pengumpulan data, permodelan struktur, perhitungan pembebanan, *input data ground motion* dan proses analisis menggunakan metode NLTHA sampai dengan kesimpulan akhir, seperti pada diagram alir.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Secara garis besar tahapan penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir seperti Gambar 3.1. Selanjutnya, tahapan-tahapan tersebut secara rinci akan dibahas dalam bab metodologi ini.

3.3 Tahapan Penyelesaian Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Dalam menunjang pengerjaan tugas akhir ini, maka dilakukan studi terhadap literatur yang berkaitan dengan analisis pengaruh dari *infill wall* (dinding pengisi). Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa pedoman sebagai berikut:

- a. SNI 1726-2019 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”.
- b. SNI 1727-2020 tentang “Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”.
- c. SNI 2847-2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”.
- d. ASCE 41-17 tentang “*Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*”.
- e. IS 1893-2016 tentang “*Criteria for Earthquake Resistant Design of Structures*”.
- f. FEMA 306-1998 tentang “*Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings*”.
- g. Yudha Lesmana, Handbook, “Basic Theory Nonlinier Time History Analysis”.

3.3.2 Pengumpulan Data

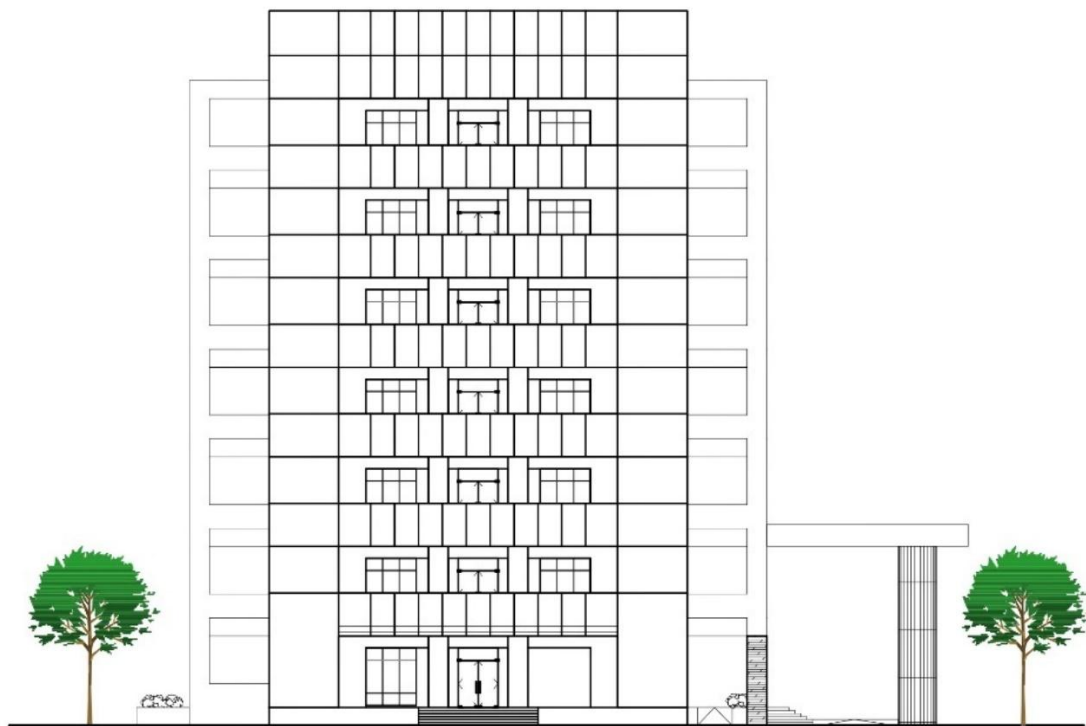
Informasi umum mengenai bangunan yang akan dianalisis adalah sebagai berikut:

1. Fungsi bangunan : Gedung perkuliahan
2. Lokasi : Surabaya
3. Jenis tanah : Tanah lunak
4. Sistem struktur : Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)
5. Struktur bangunan : Beton bertulang
6. Jumlah lantai : 8 lantai + rooftop
7. Tinggi bangunan : 34,5 meter

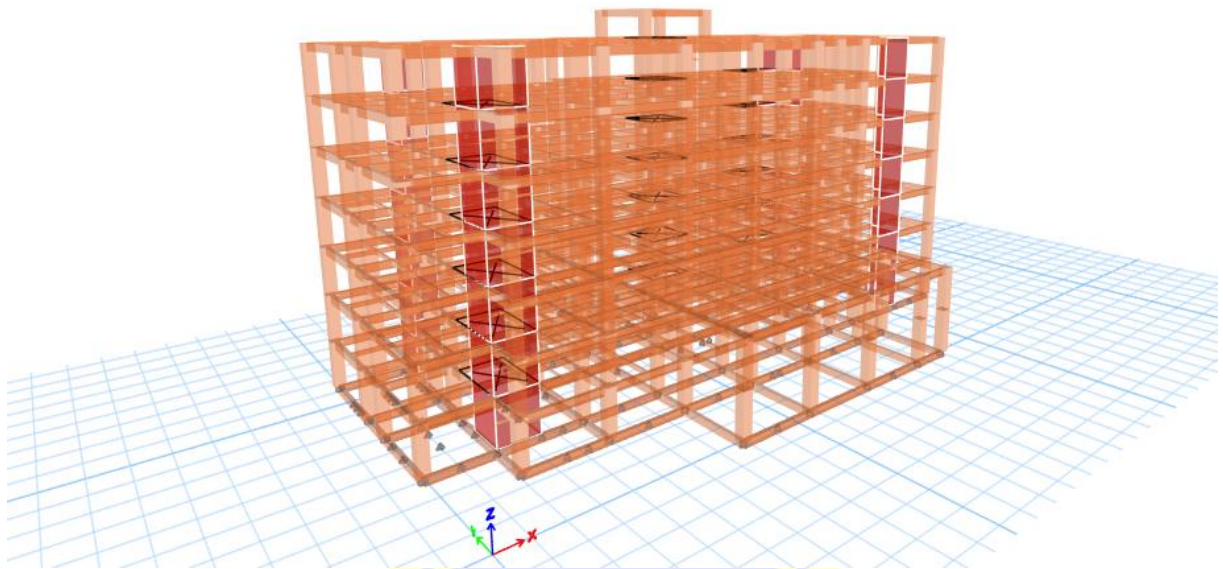
Selanjutnya untuk gambar gedung yang akan digunakan untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 sampai Gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Tampak depan gedung
Sumber: PT. Nindya Karya



Gambar 3. 3 Tampak samping gedung
Sumber: PT. Nindya Karya



Gambar 3. 4 Model struktur (*Open Frame*)
Sumber: Analisis 2025

Selanjutnya data elemen struktur dan data material struktur dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Data elemen struktur.

No	Elemen Struktur	Code	Dimensi Penampang (mm)
1.	Kolom	K1	800 x 800
2.	Balok	B1	450 x 700
3.	Balok	BA	250 x 400
4.	Balok	BP	120 x 150
5.	Pelat lantai	SA	t = 130
6.	Pelat lantai	SB	t = 100
7.	Shear wall	SW1	3900 x 3900

Tabel 3. 2 Data material struktur.

Material	Parameter	Simbol	Nilai
Beton	Kuat tekan	f'_c	30 MPa
	Berat jenis	γ_c	2.400 kg/m ³
	Modulus elastisitas	E_c	2.574 MPa
	Poisson ratio	μ_c	0,2
Beton	Kuat tekan	f'_c	40 MPa
	Berat jenis	γ_c	2.400 kg/m ³
	Modulus elastisitas	E_c	2.350 MPa
	Poisson ratio	μ_c	0,2

Tabel 3. 3 Data material struktur (lanjutan).

Material	Parameter	Simbol	Nilai
Baja	Tegangan leleh	f_y	420 MPa
	Kuat tarik	f_u	525 MPa
	Berat jenis	γ_s	7.850 kg/m ³
	Modulus elastisitas	E_s	200.000 MPa
	<i>Poisson ratio</i>	μ_s	0,3
Masonry	Kuat tekan	f_m	3,5 MPa
	Berat jenis	γ_m	1.700 kg/m ³
	Modulus elastisitas	E_m	2.450 MPa

3.3.3 Permodelan Struktur

Proses permodelan dan analisis pada penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan program ETABS dengan membuat dua model struktur yaitu struktur *open frame* dan struktur *infilled frame*. Proses modeling ini bisa diawali dengan "menggambar" elemen struktur gedung yang terdiri dari balok, kolom, pelat, *shear wall* dan pondasi (perletakkan), sehingga menjadi struktur gedung yang utuh sesuai dengan rencana atau *existing* dilapangan. Bagian struktur yang dimodelkan hanya struktur atas rangka beton bertulang.

Pada permodelan struktur, elemen balok dan kolom dimodelkan sebagai elemen *frame*, elemen pelat lantai sebagai elemen *shell*, dan *shear wall* dimodelkan sebagai elemen *wall*. Pada bagian pelat lantai struktur akan diberikan *diaphragm constraint*, tahapan ini akan menyebabkan seluruh *joint* pada lantai yang serupa memiliki batasan yang akan bergerak bersamaan sebagai diafragma planar yang tidak rentan terhadap deformasi yang mungkin terjadi.

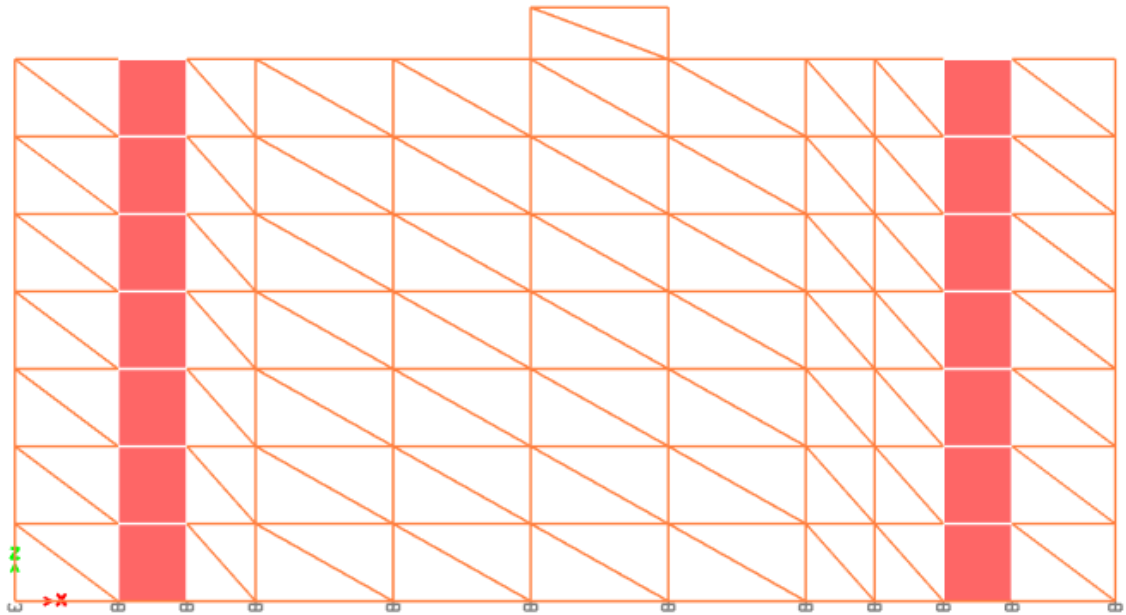
Dalam analisis ini dinding pengisi (*infill wall*) akan dimodelkan pada struktur *infilled frame* menggunakan tipe *masonry* sebagai *strut diagonal equivalent*. Setelah semua elemen dimodelkan, selanjutnya menghitung *hinge properties* dari elemen struktur utama yang terletak pada balok, kolom dan *shear wall*, yang berdasarkan pada kuat penampang elemen struktur.

3.3.3.1 Permodelan *Strut Diagonal Equivalent*

Berikut penjelasan singkat mengenai tahapan untuk memodelkan *masonry wall* dengan menggunakan *strut diagonal equivalent*:

1. Setelah dilakukan permodelan struktur utama, selanjutnya adalah mendefinisikan material untuk dinding pengisi. Pertama, pilih menu *define – material properties – add new material* kemudian pilih tipe *masonry* dan klik OK.
2. Setelah itu adalah memodelkan dinding pengisi, dengan pilih menu *define – section properties – add new section – section designer* beri nama *strut* dan materialnya pilih *masonry*.
3. Kemudian pilih *section designer – draw concrete shape – draw rectangle* lalu klik ditengah.
4. Lalu merubah material dengan pilih menu *property – masonry – geometry*.

5. Pada menu *geometry*, untuk *height* di *input* kan nilai tebal *strut* yang diperoleh dari perhitungan rumus dan *width* sesuai dengan dimensi balok. Kemudian klik *OK*.
6. Selanjutnya pilih *line – property strut – moment pinned* – lalu gambar sehingga tampak hasil seperti pada Gambar 3.5. Untuk penjelasan lebih detail akan dibahas pada bab selanjutnya.



Gambar 3. 5 Permodelan strut pada portal J
Sumber: Analisis 2025

3.3.4 Perhitungan Pembebanan

3.3.4.1 Beban Mati (Dead Load)

Dalam analisa struktur, beban ini diartikan sebagai beban mati yang dimodelkan secara fisik pada *software* (ETABS), seperti balok, kolom, pelat, atau dinding geser. Dalam kondisi ini, beban mati tidak perlu dihitung secara manual, cukup memodelkannya pada *software* sesuai dengan dimensi, jenis material, dan berat jenis. Sesuai dengan SNI 1727-2020, untuk struktur dengan bangunan beton bertulang memiliki berat sendiri sebesar 2.400 kg/m^3 .

3.3.4.2 Super Imposed Dead Load (SIDL)

Berikut beban *super imposed dead load* yang diperhitungkan:

- *Super imposed dead load* pada lantai.

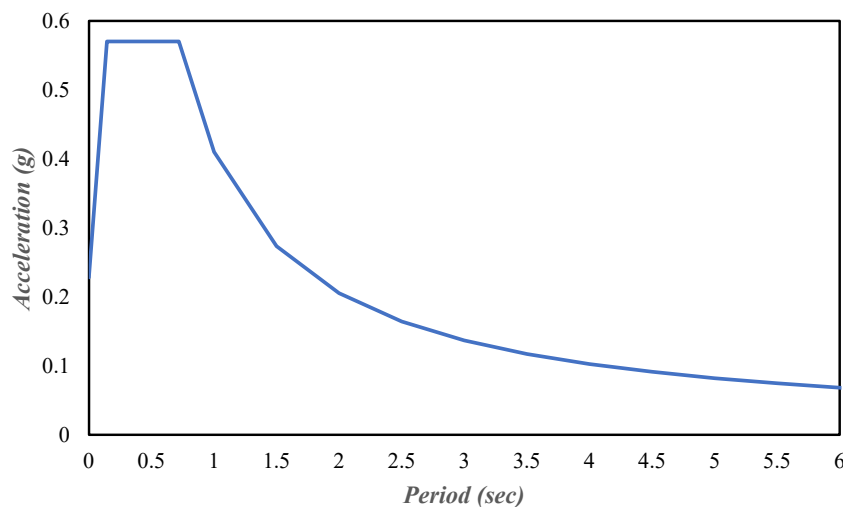
Berat keramik (1cm)	:	24 kg/m^2
Berat spesi (2cm)	:	42 kg/m^2
Plafon + penggantung	:	17 kg/m^2
Instalasi Listrik	:	10 kg/m^2
Pipa air bersih & kotor	:	10 kg/m^2
- *Super imposed dead load* pada balok.
 Beban tembok : 250 kg/m^2 , beban tersebut dikali dengan tinggi tembok.

3.3.4.3 Beban Hidup (*Live Load*)

Berdasarkan SNI 1727-2020; Tabel 4.3-1; Hal-29, beban hidup untuk gedung perkuliahan adalah $1,92 \text{ kN/m}^2$.

3.3.4.4 Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Dalam analisis struktur ini, beban gempa akan diperhitungkan dahulu menggunakan metode respon spektrum dengan menggunakan parameter wilayah Surabaya sesuai prosedur yang telah ditentukan dalam SNI 1726-2019; Pasal 7.9.1. Berikut Gambar 3.6 adalah respon spektrum wilayah Surabaya yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 6 Respon spektrum gempa wilayah Surabaya
Sumber: Desain Spektra Indonesia

3.3.5 Metode *Nonlinear Time History Analysis*

Dalam proses analisis ini akan digunakan metode *nonlinear time history analysis* dengan prosedur yang telah sesuai dengan SNI 1726-2019, FEMA, dan ASCE/SEI-41.

1. Pemilihan *ground motion*.

Data *ground motion* yang diperoleh diambil dari website PEER (*Pacific Earthquake Engineering Research Center*), kemudian dipilih 11 rekaman *ground motion* untuk digunakan dalam analisa beban gempa.

2. Modifikasi *ground motion*.

Modifikasi dilakukan untuk menyesuaikan intensitas gempa dari *ground motion* terhadap lokasi yang ditinjau. Dalam proses analisis ini digunakan metode *spectral matching* dengan menggunakan program bantu *seismomatch*.

3.3.6 Input Beban dan Data Ground Motion

Proses *input* beban akan mengacu pada “*Handbook* Prosedur Analisa Beban Gempa Struktur Bangunan Gedung” yang sesuai dengan SNI 1726-2019. Sedangkan proses *input* data *ground motion* akan mengacu pada “*Handbook Basic Theory Nonlinear Time History Analysis*” yang sesuai dengan SNI 1726-2019, FEMA, NIST dan ASCE/SEI-41.

Adapun prosedur *input* data *ground motion* adalah sebagai berikut (Lesmana, 2023):

1. Siapkan data *ground motion* yang sudah di *matching* dalam bentuk *notepad*, terdiri dari dua kolom yaitu kolom pertama untuk waktu (*time*) dan kolom kedua untuk nilai percepatan (*acceleration*).
2. Selanjutnya *input* data *ground motion* melalui menu *Define*, kemudian pilih *Functions* dan *Time History*. Pada *toolbox* yang muncul, tentukan sumber data dengan memilih opsi *From File* dan tambahkan data baru menggunakan fitur *Add New Function*.
3. Untuk memastikan proses pembacaan file tidak terjadi *error*, *setting* parameter *Number of Points per Line* = 1.
4. Periksa jika tampilan *function graph* telah sesuai dengan data, maka pilih menu *OK*.

3.3.7 Running

Setelah semua perhitungan pembebanan dan data *ground motion* di *input* ke dalam ETABS, maka langkah selanjutnya adalah mendefinisikan beban gempa NLTHA dengan metode *fast nonlinear analysis* (FNA). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut (Lesmana, 2023):

1. Menentukan *ramp function* untuk menerapkan beban gravitasi secara dinamis melalui menu *Define, Function, Time History*. Kemudian pilih tipe *Ramp* dan pilih *Add New Function*. Lalu definisikan fungsi *ramp* yaitu:
 - *Ramp time* : 0,001 detik
 - *Amplitude* : 1,0
 - *Maximum time* : Menyesuaikan durasi terlama diantara *ground motion* yang digunakan
2. Selanjutnya *setting modal cases* dengan metode *Ritz*. Tambahkan beban-beban berikut *acceleration (UX)*, *acceleration (UY)*, *load pattern (dead)*, *load pattern (super imposed dead load)*, *load pattern (live)*, dan *link (all)* untuk menghitung vektor *ritz*. Kemudian isi target *dynamic participation ratio* dengan nilai 0%, sedangkan untuk *number of modes* dapat dibiarkan pada setelan *default* yaitu 12.
3. Konfigurasi beban gravitasi sebagai beban dinamis dengan membuat *Load Case Time History* dan pilih *subtype Nonlinear Modal (FNA)*. Gunakan kondisi awal nol (*Zero Initial Condition*), aplikasikan beban gravitasi menggunakan *fungsi ramp*, dan pastikan kasus *modal Ritz* yang digunakan pada parameter modal.
4. Langkah akhir adalah membuat *cases Nonlinear Modal (FNA)* untuk gempa. Pilih *Continue from State* dengan merujuk ke kasus gravitasi. Kemudian terapkan percepatan tanah dengan komponen 100% pada arah utama gempa dan 30% pada arah tegak lurus, begitupun sebaliknya di bagian *Loads Applied*.

3.3.8 Analisis Struktur

Setelah proses *running* selesai, selanjutnya dilakukan analisis pada *output* yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

3.3.8.1 Performance Assessment

- **Ductility**

1. *Curvature ductility* (ϕ).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan *curvature ductility* digunakan persamaan 2.22

2. *Strain ductility* (ϵ).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan *strain ductility* digunakan persamaan 2.23

3. *Displacement ductility* (Δ).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan *displacement ductility* digunakan persamaan 2.24

- **System parameters**

1. *Overstrength* (Ω_0).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan *overstrength* digunakan persamaan 2.25

2. *Reduction factor* (R).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan faktor *reduction* digunakan persamaan 2.26

3. *Deflection amplification factor* (C_d).

Dalam analisis ini, untuk menyatakan faktor *deflection amplification* digunakan persamaan 2.27

3.3.8.2 Global Acceptance Criteria

- **Story drift**

Adapun persamaan untuk menghitung nilai *story drift* adalah sebagai berikut:

$$\delta = \frac{\delta_e \times C_d}{I_e} \quad (3.1)$$

$$\delta \leq \Delta_a \quad (3.2)$$

$$\Delta_a = 0,020 \times h_{sx} \quad (3.3)$$

Dimana:

δ_e : Perpindahan lateral lantai

I_e : Faktor keutamaan struktur gedung, $I_e = 1,50$

C_d : Faktor pembesaran difleksi, $C_d = 5,5$

h_{sx} : Tinggi lantai

- **Story Drift Ratio**

Untuk menghitung nilai *story drift ratio*, digunakan persamaan 2.28

3.3.9 Prosedur Analisis Struktur

3.3.9.1 Performance Assessment

A. Ductility

1. Displacement ductility.

Langkah-langkah untuk mendapatkan nilai *displacement ductility* adalah sebagai berikut:

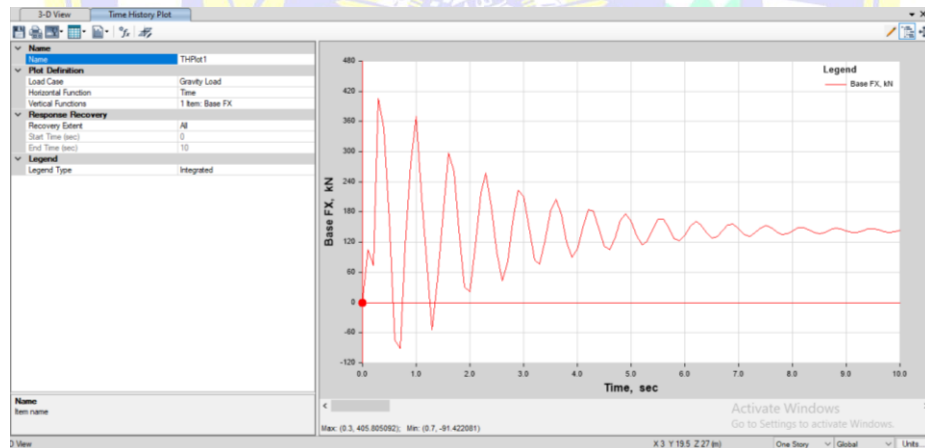
- Setelah dilakukan proses *running*, pilih menu *display – show tables – analysis results – structure output – story displacements*.
- Untuk mendapat nilai perpindahan ultimit (*maximum displacement*), ambil nilai *story displacement* maksimum pada setiap *ground motion*.
- Sedangkan untuk mendapat nilai perpindahan leleh (*yield displacement*), didapat dari *story displacement* pada saat pertama kali leleh untuk setiap *ground motion*.
- Setelah itu dapat dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan persamaan 2.24.

B. System parameters

1. Overstrength.

Langkah-langkah untuk mengambil nilai *overstrength* dalam analisis *nonlinear time history (NLTHA)*, sebagai contoh menggunakan *ground motion Kocaeli_RSN1147-X* adalah sebagai berikut:

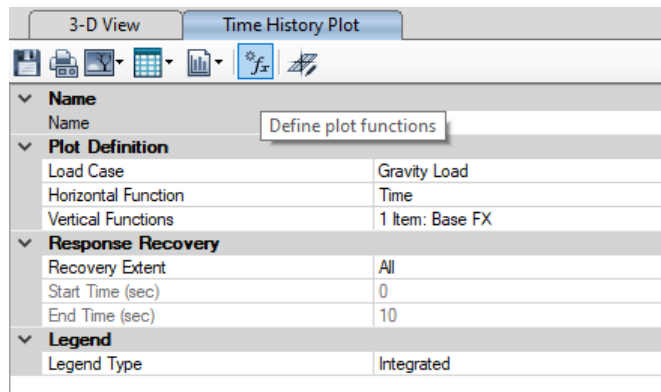
- Setelah proses *running* selesai, pilih menu *Display – Plot Functions* yang akan muncul *Time History Plot* seperti pada tampilan Gambar 3.7.



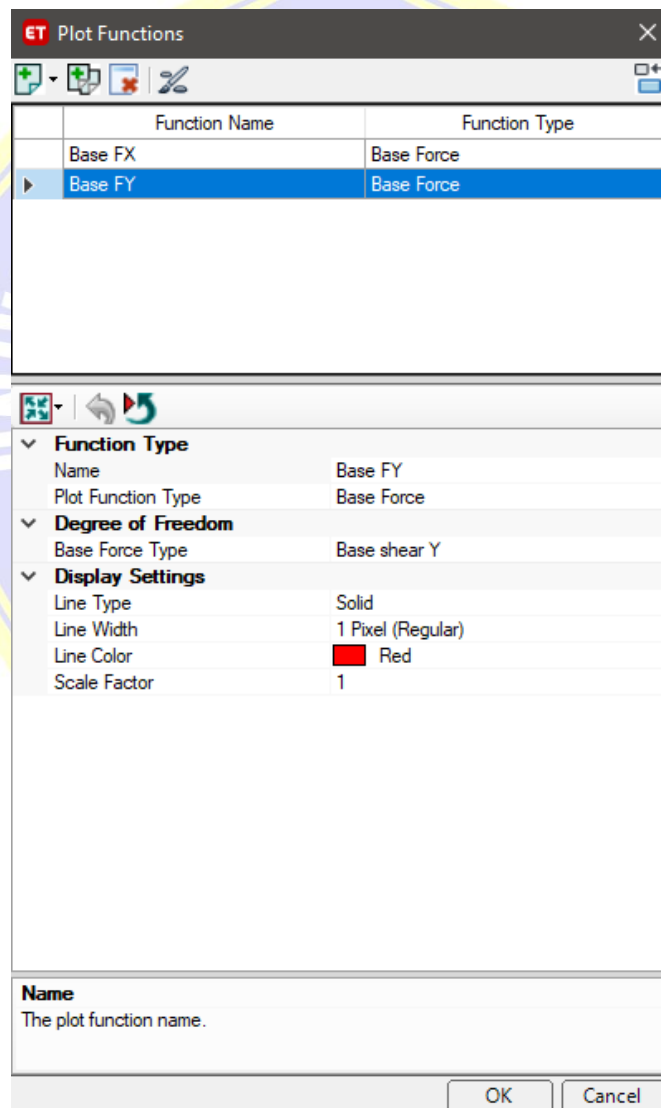
Gambar 3. 7 Window time history plot

Sumber: Analisis, 2025

- Kemudian pilih menu *Define Plot Functions* sesuai pada tampilan Gambar 3.8. Setelah itu lengkapi menu menjadi:
Name: Base FX (untuk arah-X) dan *Base FY* (untuk arah-Y)
Plot Functions Type: Base Force
Base Force Type: Base Shear X (untuk arah-X) dan *Base Shear Y* (untuk arah-Y)
Lalu tekan *Add*, detail pengisian dapat dilihat pada tampilan Gambar 3.9.

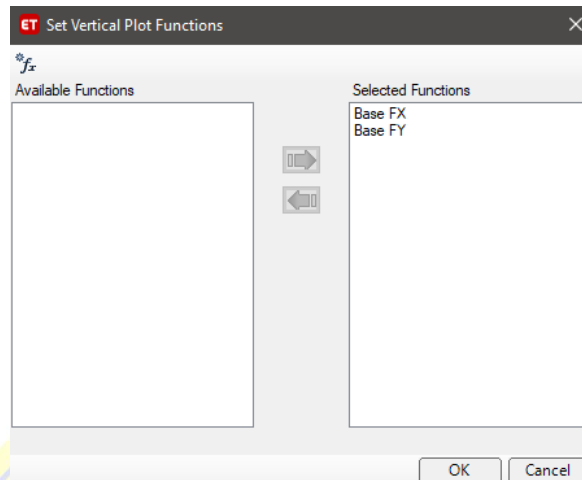


Gambar 3. 8 *Define Plot Functions*
Sumber: Analisis, 2025



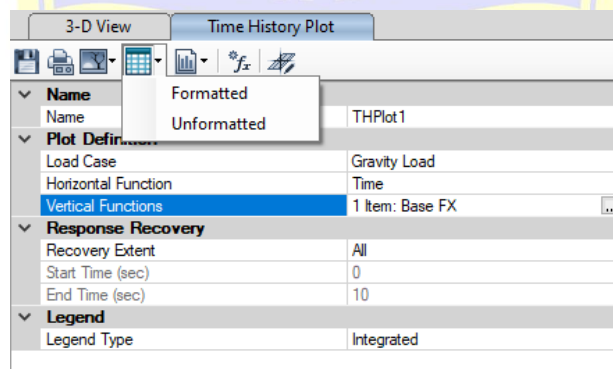
Gambar 3. 9 *Toolbox Plot Functions*
Sumber: Analisis, 2025

- Pada menu *Plot Definition*, pilih *Load Case ground motion Kocaeli_RSN1147-X*. Kemudian pada menu *Vertical Functions*, pilih semua *functions* dari *available functions* pindahkan ke *selected functions* yang hasilnya seperti pada tampilan Gambar 3.10 lalu tekan *OK*.

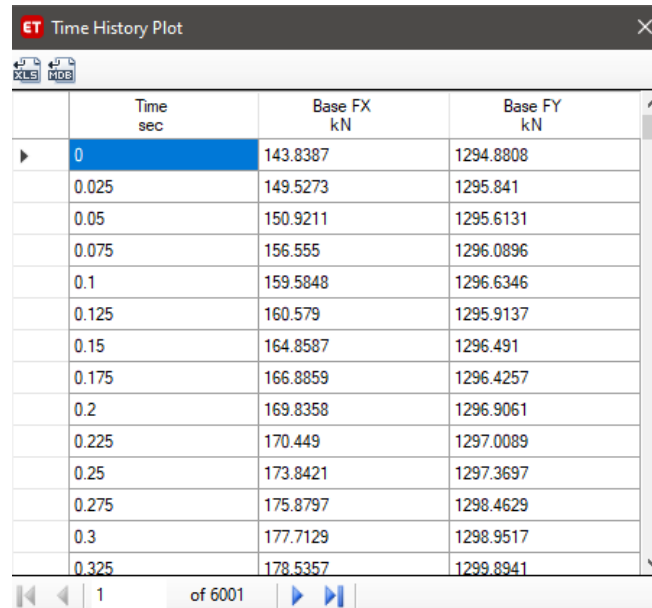


Gambar 3. 10 *Set vertical plot functions*
Sumber: Analisis, 2025

- Langkah selanjutnya pilih menu *Show Table – Formatted* seperti pada tampilan Gambar 3.11 dan akan muncul seperti pada tampilan Gambar 3.12 kemudian *export* hasil *plot functions* tersebut ke *excel (XLS)*.
- Parameter V_u merupakan nilai maksimum yang diambil pada kolom *Base FX*. Sebagai penjelasan, nilai maksimum disini merupakan nilai yang bernilai negatif, karena *displacement* pada arah-*X* bernilai positif maka gaya pada gedung untuk arah-*X* bernilai negatif, begitupun sebaliknya.
- Sedangkan untuk parameter V_y merupakan nilai yang diambil dari kolom *Base FX* pada waktu ketika gedung pertama kali mengalami leleh. Pada *ground motion Kocaeli_RSN1147-X*, waktu pertama kali leleh dicatat lalu ambil nilai *Base FX* pada waktu tersebut.
- Selanjutnya dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan persamaan 2.25.



Gambar 3. 11 *Show table plot functions*
Sumber: Analisis, 2025



The screenshot shows a window titled "ET Time History Plot" with a table of data. The table has four columns: "Time sec", "Base FX kN", and "Base FY kN". The first row is highlighted in blue. The table contains 17 rows of data, with the first row being the header and the subsequent rows showing values at 0.025 second intervals from 0 to 0.325 seconds. The "Base FX kN" values range from 143.8387 to 178.5357, and the "Base FY kN" values range from 1294.8808 to 1299.8941. The window also shows a status bar at the bottom indicating "1 of 6001".

Time sec	Base FX kN	Base FY kN
0	143.8387	1294.8808
0.025	149.5273	1295.841
0.05	150.9211	1295.6131
0.075	156.555	1296.0896
0.1	159.5848	1296.6346
0.125	160.579	1295.9137
0.15	164.8587	1296.491
0.175	166.8859	1296.4257
0.2	169.8358	1296.9061
0.225	170.449	1297.0089
0.25	173.8421	1297.3697
0.275	175.8797	1298.4629
0.3	177.7129	1298.9517
0.325	178.5357	1299.8941

Gambar 3. 12 Output time history plot
Sumber: Analisis, 2025

2. Reduction factor.

Langkah-langkah untuk mengambil nilai *reduction factor* dalam analisis *nonlinear time history (NLTHA)*, sebagai contoh menggunakan *ground motion Kocaeli_RSN1147-X* adalah sebagai berikut:

- Setelah proses *running* selesai, pilih menu *Display – Plot Functions* yang akan muncul *Time History Plot* seperti pada tampilan Gambar 3.7.
- Kemudian pilih menu *Define Plot Functions* sesuai pada tampilan Gambar 3.8. Setelah itu lengkapi menu menjadi:
Name: Base FX (untuk arah-*X*) dan *Base FY* (untuk arah-*Y*)
Plot Functions Type: Base Force
Base Force Type: Base Shear X (untuk arah-*X*) dan *Base Shear Y* (untuk arah-*Y*)
 Lalu tekan *Add*, detail pengisian dapat dilihat pada tampilan Gambar 3.9.
- Pada menu *Plot Definition*, pilih *Load Case ground motion Kocaeli_RSN1147-X*. Kemudian pada menu *Vertical Functions*, pilih semua *functions* dari *available functions* pindahkan ke *selected functions* yang hasilnya seperti pada tampilan Gambar 3.10 lalu tekan *OK*.
- Langkah selanjutnya pilih menu *Show Table – Formatted* seperti pada tampilan Gambar 3.11 dan akan muncul seperti pada tampilan Gambar 3.12 kemudian *expor* hasil *plot functions* tersebut ke *excel (XLS)*.
- Parameter $V_{elastis}$ merupakan nilai maksimum yang diambil pada kolom *Base FX* dalam kondisi *load case type* gempa menjadi *Linear Modal*. Sebagai penjelasan, nilai maksimum disini merupakan nilai yang bernilai negatif, karena *displacement* pada arah-*X* bernilai positif maka gaya pada gedung untuk arah-*X* bernilai negatif, begitupun sebaliknya.
- Sedangkan untuk parameter V_y merupakan nilai yang diambil dari kolom *Base FX* pada waktu ketika gedung pertama kali mengalami leleh. Pada *ground motion*

Kocaeli_RSN1147-X, waktu pertama kali leleh dicatat lalu ambil nilai *Base FX* pada waktu tersebut.

- Selanjutnya dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan persamaan 2.26.

3. *Deflection amplification factor*.

Langkah-langkah untuk mengambil nilai *deflection amplification factor* dalam analisis *nonlinear time history (NLTHA)*, sebagai contoh menggunakan *ground motion Kocaeli_RSN1147-X* adalah sebagai berikut:

- Setelah proses *running* selesai, pilih menu *Display – Plot Functions* yang akan muncul *Time History Plot* seperti pada tampilan Gambar 3.7.

- Kemudian pilih menu *Define Plot Functions* sesuai pada tampilan Gambar 3.8. Setelah itu lengkapi menu menjadi:

Name: Base FX (untuk arah-*X*) dan *Base FY* (untuk arah-*Y*)

Plot Functions Type: Base Force

Base Force Type: Base Shear X (untuk arah-*X*) dan *Base Shear Y* (untuk arah-*Y*)

Lalu tekan *Add*, berikutnya untuk pendefinisian *displacement* lengkapi menu menjadi:

Name: Displacement X (untuk arah-*X*) dan *Displacement Y* (untuk arah-*Y*)

Plot Functions Type: Joint Displacement

Story: Story 7 (sesuai dengan lantai yang ditinjau, umumnya digunakan lantai atap)

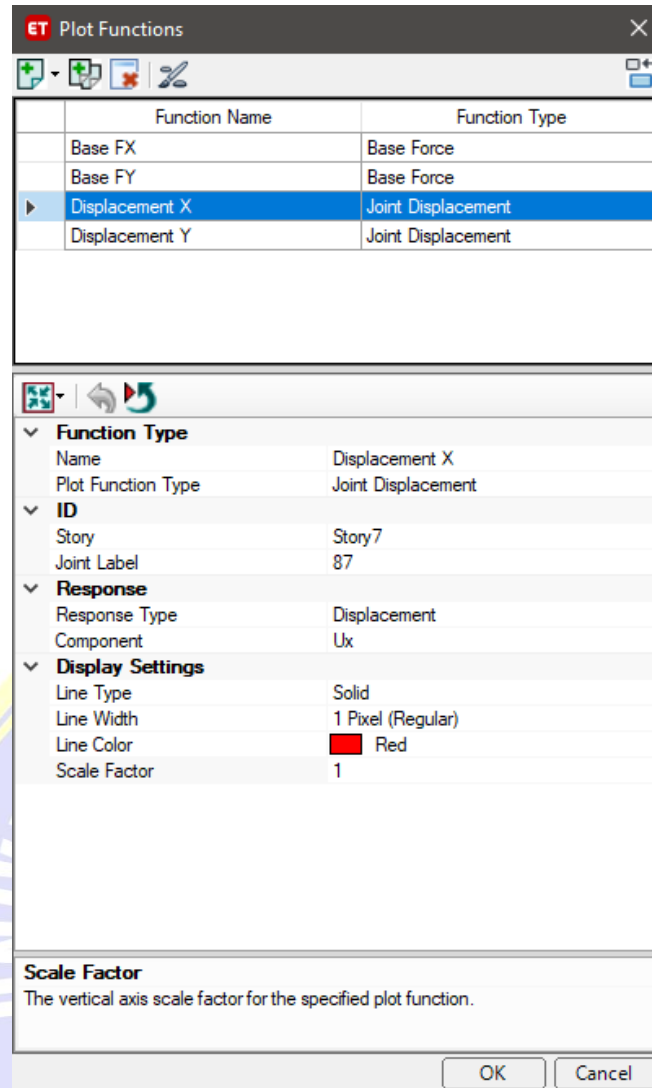
Joint Label: 87 (sesuai dengan *joint displacement* yang ditinjau)

Response Type: Displacement

Component: Ux (untuk arah-*X*) dan *Uy* (untuk arah-*Y*)

Lalu tekan *OK*, detail pengisian dapat dilihat pada tampilan Gambar 3.13.

- Pada menu *Plot Definition*, pilih *Load Case ground motion Kocaeli_RSN1147-X*. Kemudian pada menu *Vertical Functions*, pilih semua *functions* dari *available functions* pindahkan ke *selected functions* yang hasilnya seperti pada tampilan Gambar 3.10 lalu tekan *OK*.
- Langkah selanjutnya pilih menu *Show Table – Formatted* seperti pada tampilan Gambar 3.11 dan akan muncul seperti pada tampilan Gambar 3.12 kemudian *expor* hasil *plot functions* tersebut ke *excel (XLS)*.
- Parameter Δ_I merupakan nilai *displacement* dari parameter V_u maksimum pada kolom *Base FX*. Sebagai penjelasan, nilai maksimum disini merupakan nilai yang bernilai negatif, karena *displacement* pada arah-*X* bernilai positif maka gaya pada gedung untuk arah-*X* bernilai negatif, begitupun sebaliknya.
- Sedangkan untuk parameter Δ_D merupakan nilai *displacement* dari parameter V_y maksimum pada kolom *Base FX* pada waktu ketika gedung pertama kali mengalami leleh. Pada *ground motion Kocaeli_RSN1147-X*, waktu pertama kali leleh dicatat lalu ambil nilai *Base FX* pada waktu tersebut.
- Selanjutnya dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan persamaan 2.27.



Gambar 3. 13 Toolbox Plot Functions (deflection amplification factor)
Sumber: Analisis, 2025

3.3.9.2 Global Acceptance Criteria

A. Story drift

Langkah-langkah untuk mendapatkan nilai *story drift* dalam analisis *nonlinear time history (NLTHA)*, sebagai contoh menggunakan *ground motion Kocaeli_RSN1147-X* adalah sebagai berikut:

- Dalam mendapatkan nilai *story drift*, dibutuhkan nilai *displacement maximum* dari setiap lantai. Sehingga langkah awal yang dilakukan adalah mendapat nilai *displacement maximum* dari setiap *ground motion*.
- Setelah dilakukan proses *running*, pilih menu *display – show tables – analysis results – structure output – story displacements*.
- Untuk mendapat nilai perpindahan ultimit (*maximum displacement*), ambil nilai *story displacement* maksimum pada setiap *ground motion*.
- Perhitungan nilai *story drift* dilakukan dengan mengurangi *displacement* pada lantai yang ditinjau dengan *displacement* pada lantai dibawahnya. Sebagai contoh pada

ground motion Kocaeli_RSN1147-X, nilai *displacement* pada lantai 8 adalah 210,129 mm dan nilai *displacement* pada lantai 7 adalah 194,400 mm. Sehingga didapat nilai *story drift* pada lantai 8 adalah sebesar 15,729 mm.

- Ulangi perhitungan diatas untuk masing-masing *ground motion* pada setiap lantai.

B. ***Story drift ratio***

Langkah-langkah untuk mendapatkan nilai *story drift ratio* dalam analisis *nonlinear time history (NLTHA)*, sebagai contoh menggunakan *ground motion Kocaeli_RSN1147-X* adalah sebagai berikut:

- Setelah mendapat nilai *story drift* dari setiap lantai pada masing-masing *ground motion*, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dengan membagi nilai *story drift* dengan tinggi lantai yang ditinjau atau dapat dilihat pada persamaan 2.28.
- Sebagai contoh pada *ground motion Kocaeli_RSN1147-X*, nilai *story drift* pada lantai 8 adalah 15,729 mm dan tinggi lantainya adalah 4500 mm. Sehingga didapat nilai *story drift ratio* pada lantai 8 adalah sebesar 0,003.
- Ulangi perhitungan diatas untuk masing-masing *ground motion* pada setiap lantai.

