

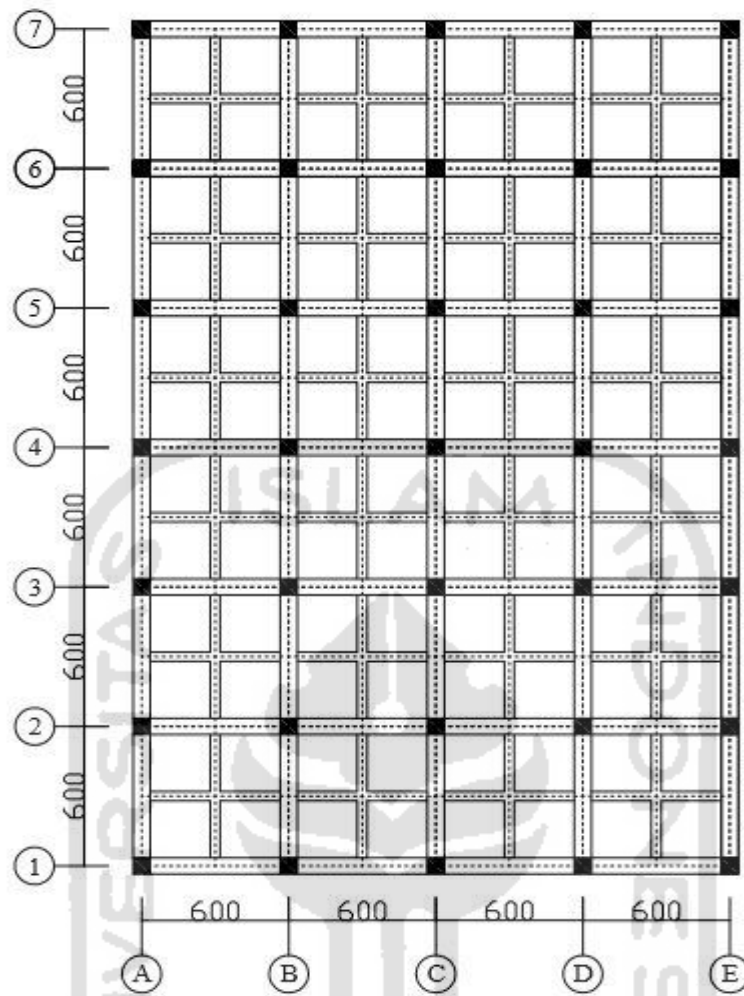
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 PEMODELAN STRUKTUR

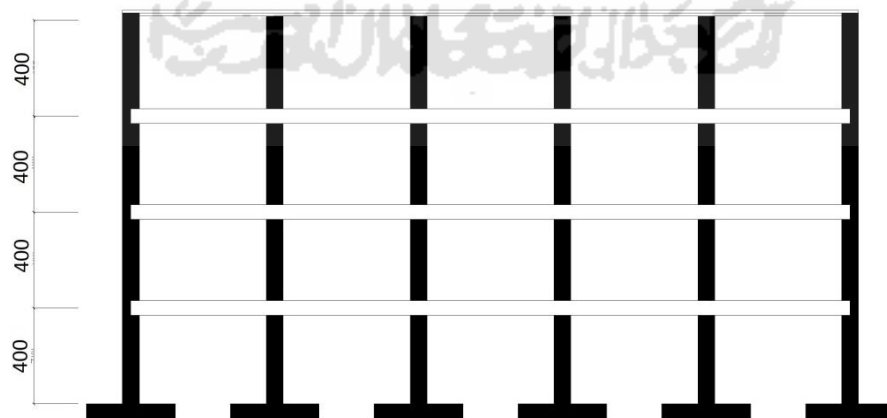
Dalam penelitian ini, model struktur beton yang akan dianalisis adalah portal tiga dimensi. Adapun gambar pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dengan beberapa informasi yang berhubungan dengan model bangunan yang akan dianalisis dirangkum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Informasi model bangunan yang akan dianalisis

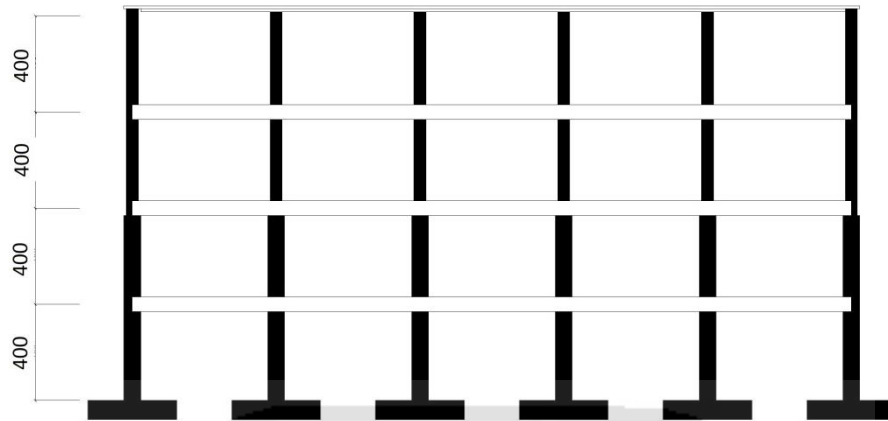
1.	Fungsi bangunan	Hunian atau bangunan untuk tempat tinggal (apartemen)
2.	Letak bangunan	Yogyakarta
3.	Jenis tanah dasar	Tanah sedang
4.	Jumlah lantai	4 lantai
5.	Tinggi antar lantai	4,0 m
6.	Panjang bangunan arah X	4@6 m = 24 m
7.	Panjang bangunan arah Y	6@6 m = 36 m
8.	Pemodelan	3 dimensi (<i>open frame</i>)
9.	Mutu beton pada kolom, balok, dan pelat ($f'c$)	25 MPa
10.	Mutu baja tulangan f_y ($\emptyset < 13$ mm, polos)	240 MPa
11.	Mutu baja tulangan f_y ($\emptyset > 13$ mm, ulir)	400 MPa



Gambar 4.1 Denah bangunan yang akan diteliti



Gambar 4.2 Gambar tampak bangunan dengan dimensi kolom seragam pada tiap tingkat



Gambar 4.3 Gambar tampak bangunan dengan variasi dimensi kolom pada tiap dua tingkat

4.2 DESAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA

Desain struktur tahan gempa meliputi perhitungan pembebanan struktur bangunan, analisis struktur, desain balok, dan desain kolom.

4.2.1 Pembebanan

Perhitungan pembebanan mengacu pada peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung SNI 03-1727-1989.

Beban-beban yang bekerja antara lain :

1. Beban mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri struktur yaitu pelat, balok, kolom, dan dinding.

2. Beban hidup

Beban hidup untuk hunian adalah 250 kg/m^2 , dan beban hidup untuk lantai atap adalah 100 kg/m^2 .

3. Beban gempa

Beban gempa dihitung dengan mengacu pada tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung SNI 03-1726-2012.

4.2.2 Analisis Struktur

Analisis struktur bangunan dilakukan dengan menggunakan program bantu SAP2000 v 14 untuk memudahkan dalam penelitian ini.

4.2.3 Desain Balok Beton Bertulang

Adapun langkah-langkah dalam melakukan perencanaan balok beton bertulang :

1. membuat estimasi ukuran balok,
2. menghitung momen dan gaya lintang (hasil *output* SAP2000 v14),
3. menghitung kebutuhan tulangan lentur dan tulangan geser balok pada kedua gedung yang ditinjau.

4.2.4 Desain Kolom Beton Bertulang

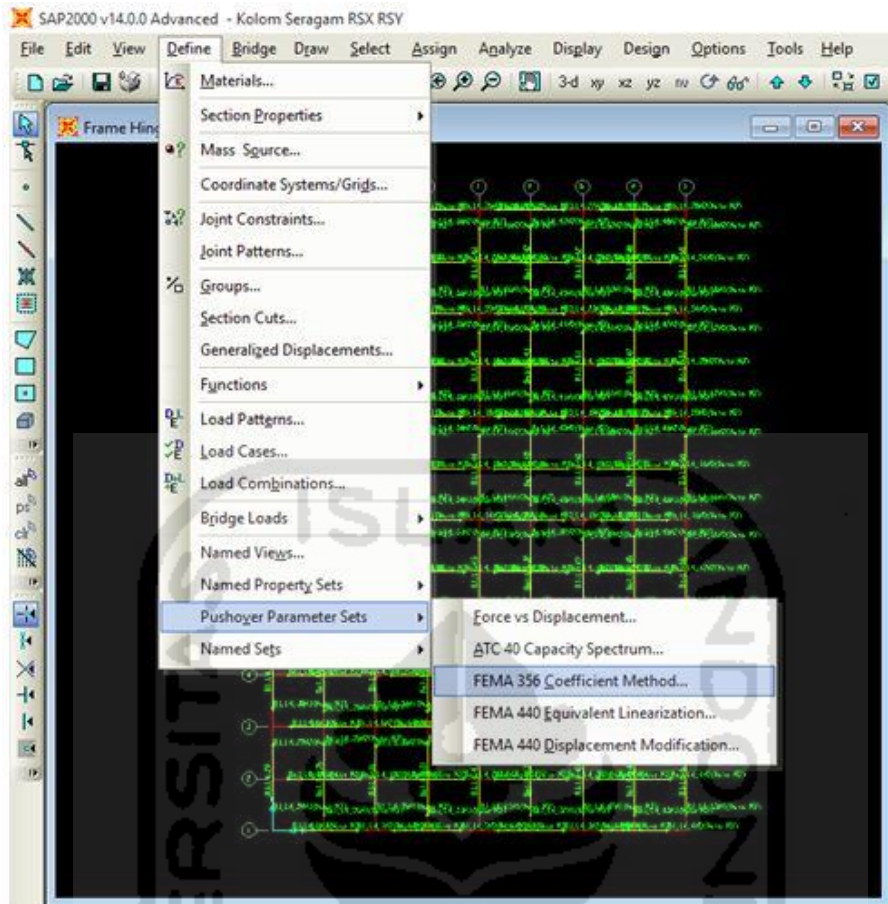
Adapun langkah-langkah dalam melakukan perencanaan kolom beton bertulang adalah sebagai berikut :

1. membuat estimasi ukuran kolom,
2. menghitung gaya aksial, momen dan gaya lintang kolom (hasil *output* SAP2000 v14),
3. menghitung kebutuhan tulangan kolom pada kedua bangunan yang ditinjau.

4.3 ANALISIS NONLINIER PUSHOVER

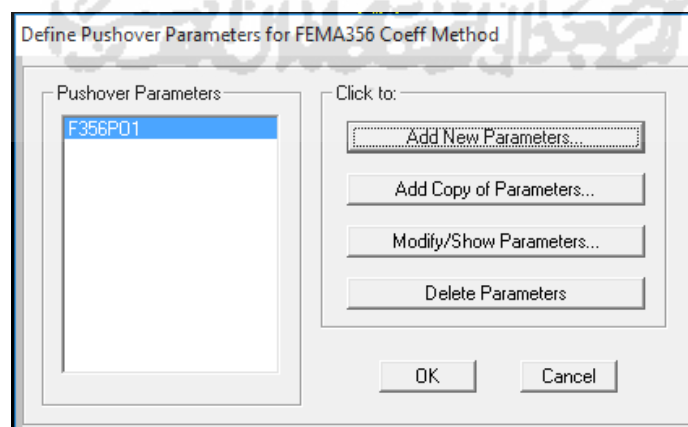
4.3.1 Input Parameter FEMA 356 Kedalam Software SAP2000

Parameter yang dipakai dalam penelitian ini adalah FEMA 356, parameter ini akan dijalankan oleh *software* SAP 2000 agar didapatkan grafik hasil *pushover* yang sesuai dengan peraturan analisis yang digunakan. Input parameter FEMA 356 adalah *Define - Pushover Parameter Sets - FEMA 356 Coefficient Method* seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Input parameter SAP2000

Dialog box akan muncul seperti pada Gambar 4.5, pilih *Add New Parameter* lalu masukan nilai-nilai parameter yang dibutuhkan sesuai dengan parameter yang digunakan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Pembuatan parameter baru

Parameters For FEMA 356 Coefficient Method

Pushover Parameters Name: **Name** F356PD1 **Units** Tonf, m, C

Demand Spectrum Definition

Effective Viscous Damping (0 < Damp < 1) 0.05

Defined Function Response

Scale Factor 9.81

Characteristic Period of Resp Spec, Ts 0.5

FEMA 356 General Response Spectrum

Mapped Spectral Accel at Short Period, Ss

Mapped Spectral Accel at 1 Sec Period, S1

Site Class

Selected Coefficients

User Value for C2 1.

User Value for C3 1.

User Value for Cm 0.9

Items Visible On Plot

Show Capacity Curve Color ■

Show Idealized Bilinear Force-Displ Curve Color ■

Reset Default Colors

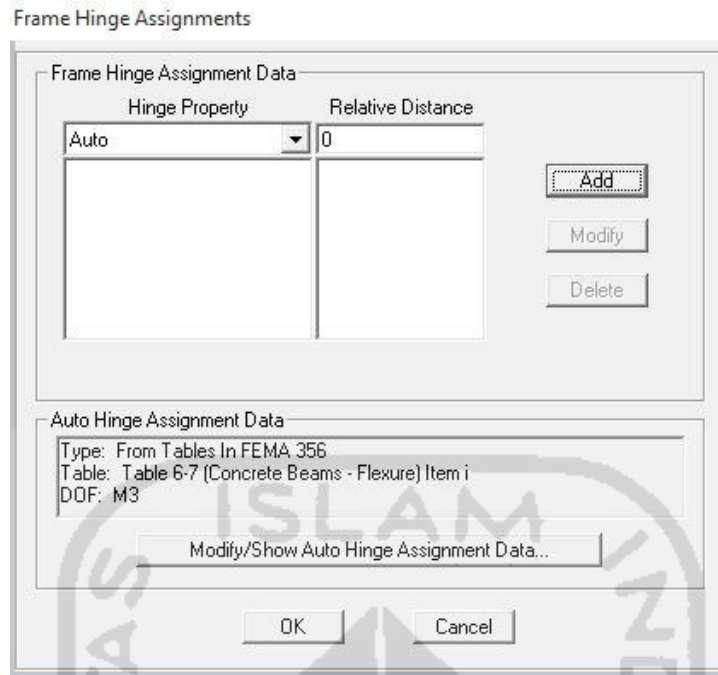
Update Plot Set Axis Labels and Range...

OK Cancel

Gambar 4.6 Input parameter FEMA 356

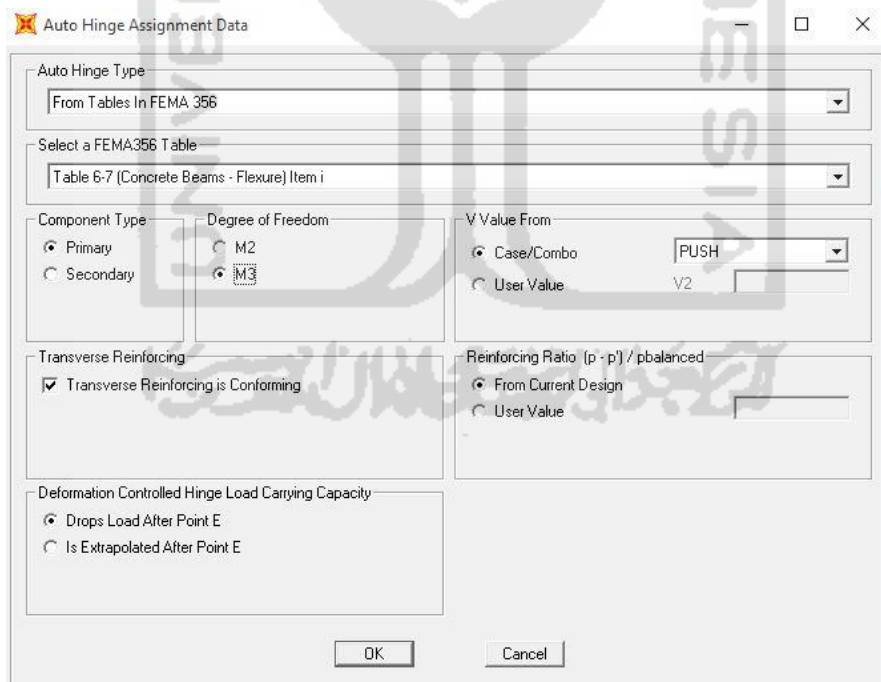
4.3.2 Input *Plastic Hinge* pada SAP2000

Pada penelitian ini digunakan *auto hinge* untuk FEMA 356 yang sudah disediakan pada SAP2000. Langkah yang harus dilakukan adalah dengan memilih *frame* yang akan dimasukkan sendi plastisnya, kemudian klik *Assign – Hinges* maka akan muncul *dialog box* seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Frame hinge assignments*

Pada kotak *Relative Distance* diisikan nilai 0 kemudian klik *Add* sehingga muncul *dialog box Auto Hinge Assignment Data* seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Auto Hinge Assignment Data*

Data di atas digunakan untuk balok primer pada bangunan yang diteliti. Kemudian klik OK, selanjutnya dengan cara yang sama seperti di atas namun *Relative Distance* diisikan nilai 1.

4.3.3 Input Load Case Gravitasi pada SAP2000

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: GRAVITASI Set Def Name Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Static Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	1.
Load Pattern	DEAD	1
Load Pattern	LIVE	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear
- Nonlinear Staged Construction

Geometric Nonlinearity Parameters:

- None
- P-Delta
- P-Delta plus Large Displacements

Other Parameters:

- Load Application: Full Load Modify/Show...
- Results Saved: Final State Only Modify/Show...
- Nonlinear Parameters: Default Modify/Show...

Buttons: OK, Cancel

Gambar 4.9 Pembuatan kasus pembebanan Gravitasi

Dalam analisis *pushover* salah satu bagian penting adalah pembuatan kasus POFIRST dengan rincian inputnya sesuai dengan Gambar 4.10.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control:

- Full Load
- Displacement Control

Control Displacement:

- Use Conjugate Displacement
- Use Monitored Displacement

 Load to a Monitored Displacement Magnitude of:

Monitored Displacement:

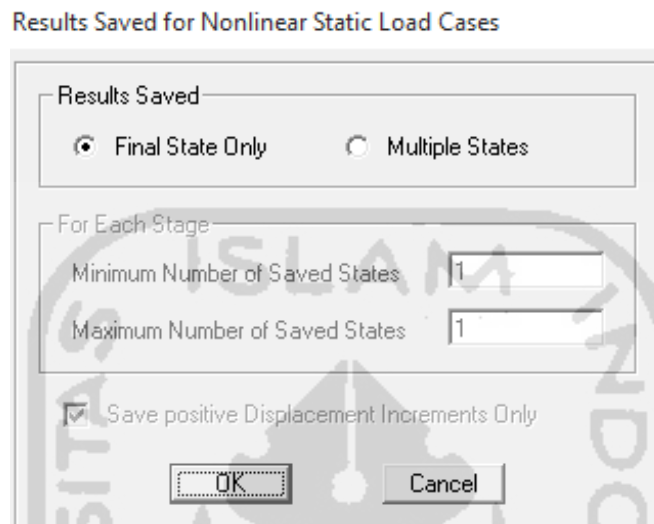
- DOF: U3 at Joint: 297
- Generalized Displacement:

Buttons: OK, Cancel

Gambar 4.10 Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Input dalam parameter *Load Application* mengikuti Gambar 4.10 dengan *Monitor Displacement* untuk DOF (*Degree Of Freedom*), yang berarti perpindahan suatu masa diasumsikan menjadi satu titik.

Results Saved for Nonlinear Static Load Cases



Results Saved

Final State Only Multiple States

For Each Stage

Minimum Number of Saved States: 1

Maximum Number of Saved States: 1

Save positive Displacement Increments Only

OK Cancel

Gambar 4.11 Result Saved for Nonlinear Static Load Cases

Input dalam Result Saved mengikuti Gambar 4.11, dengan penjelasan bahwa hasil yang disimpan dari hasil analisis untuk kasus ini hanya pada saat *final state* saja (keadaan terakhir).

4.3.4 Input Load Case Push X dan Push Y pada SAP2000

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSHX

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Static

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case: GRAVITASI

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case:

All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX	1.
Load Pattern	EX	1.

Other Parameters:

Load Application: Displ Control

Results Saved: Multiple States

Nonlinear Parameters: User Defined

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Gambar 4.12 Input pembebanan *PushX*

PushX akan meneruskan kasus sebelumnya yaitu Gravitasi pada kasus non-linier terakhir dengan tipe analisis non-linear. Pembebanan yang digunakan adalah beban EX sebagai beban gempa arah sumbu X untuk kasus *PushX* dan beban EY sebagai beban arah Y untuk kasus *PushY*. Perlu diperhatikan pada kasus *PushX* dan *PushY* parameter lain yang penting adalah *Load Application* dan *Result Saved* yang akan mempengaruhi hasil dari analisis.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control:

- Full Load
- Displacement Control

Control Displacement:

- Use Conjugate Displacement
- Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 0.9

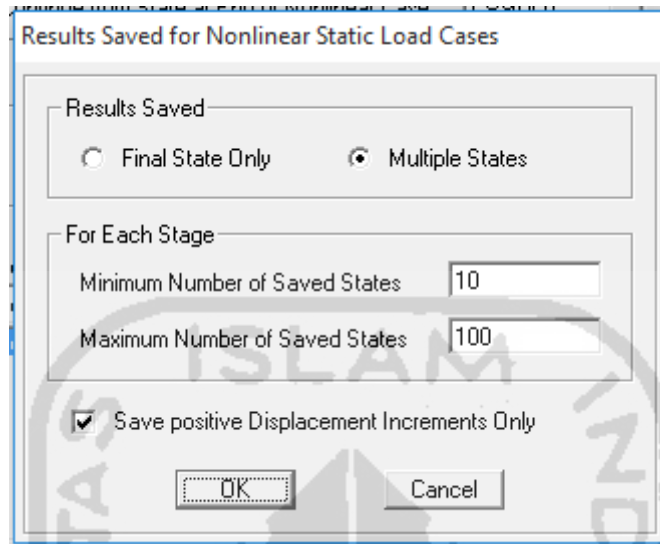
Monitored Displacement:

- DOF: U1 at Joint: 297
- Generalized Displacement

Buttons: OK, Cancel

Gambar 4.13 Load application control for nonlinear static analysis pada *PushX*

Input dalam parameter load Application mengikuti Gambar 4.13, dengan kontrol pembebanannya mengacu pada *Displacement Control* (kontrol perpindahan). Kontrol perpindahan tersebut akan dimonitor sendiri oleh program.



Gambar 4.14 *Result Saved for Nonlinear Static Load Cases* pada *PushX*

Input dalam *Result Saved* mengikuti Gambar 4.14, dengan penjelasan bahwa hasil analisis yang disimpan tiap tingkat minimalnya adalah 10 dan maksimalnya adalah 100 dan tambahan perpindahan yang disimpan hanya dalam bentuk positif. Untuk *PushY* cara yang digunakan sama dengan *PushX* hanya yang membedakan hanyalah pengisian dalam *Monitored Displacement* menggunakan U2 yang berarti sumbu yang diteliti adalah arah Y.

4.3.5 Pelaksanaan *Running Pushover Analysis*

Setelah beban mati, beban angin, dan beban gempa dimasukkan kedalam pemodelan. Maka analisis dapat dijalankan dengan menjalankan seluruh kasus yang ada seperti pada Gambar 4.15. Perlu diperhatikan *plastic hinge* harus sudah dimasukkan sesuai dengan profil yang digunakan.

Set Load Cases to Run

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Not Run	Run
MODAL	Modal	Not Run	Run
LIVE	Linear Static	Not Run	Run
EX	Linear Static	Not Run	Run
EY	Linear Static	Not Run	Run
RSX	Response Spectrum	Not Run	Run
RSY	Response Spectrum	Not Run	Run
GRAFITASI	Nonlinear Static	Not Run	Run
PUSHX	Nonlinear Static	Not Run	Run
PUSHY	Nonlinear Static	Not Run	Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Show Case...

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

Always Show

Never Show

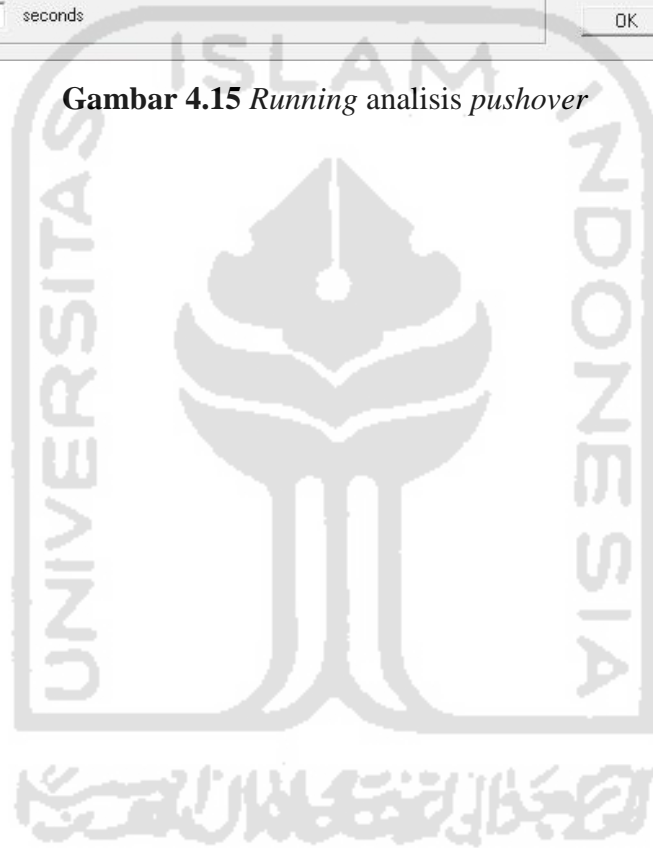
Show After seconds

Model-Alive

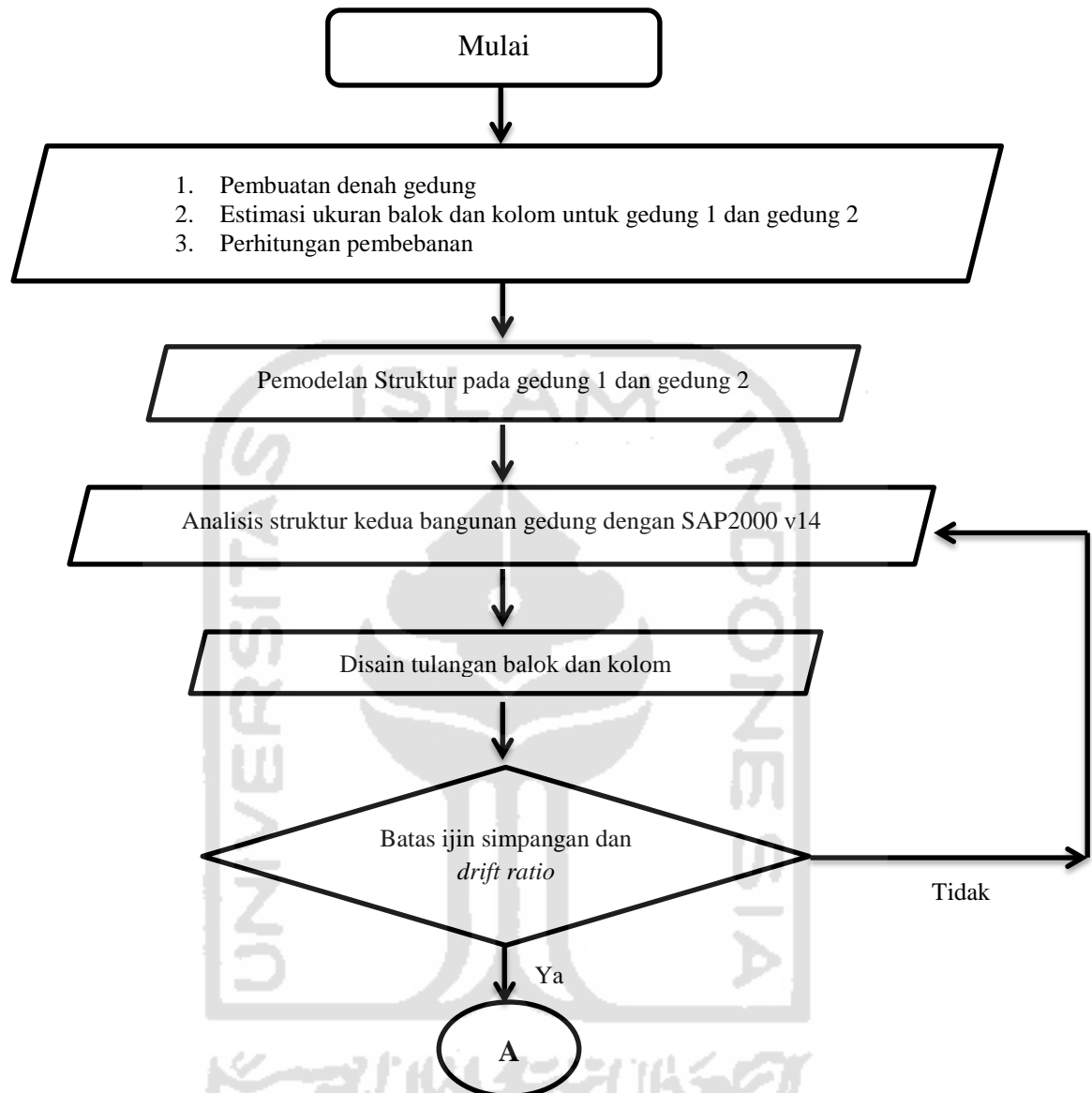
Run Now

OK Cancel

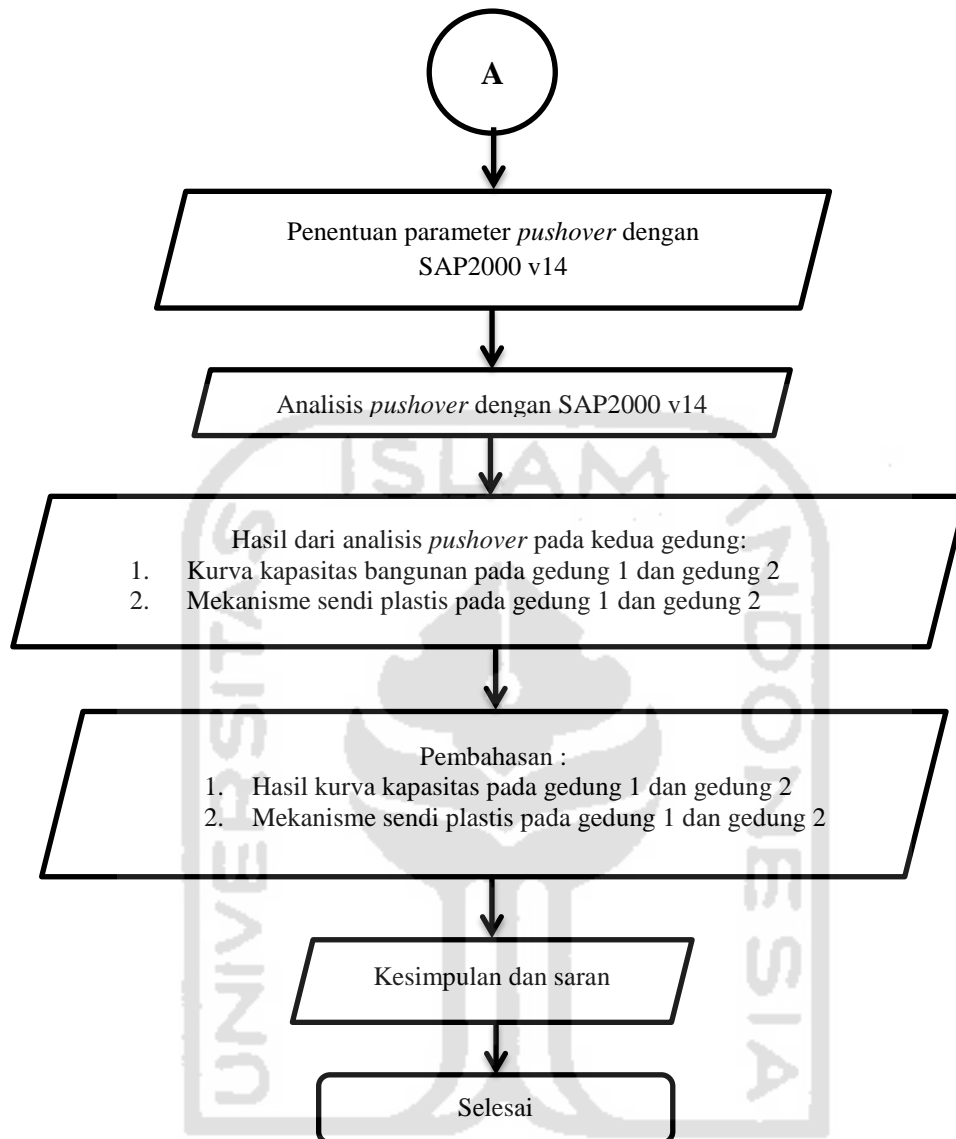
Gambar 4.15 Running analisis pushover



4.4 BAGAN ALIR PENELITIAN



Gambar 4.16 Bagan alir penelitian



Lanjutan **Gambar 4.16** Bagan alir penelitian