

## **TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SEISMIK STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN ANALISIS STATIK NONLINIER (PUSHOVER)  
MENGUNAKAN PROGRAM ETABS (Studi Kasus : Gedung Multazam  
Asrama Haji, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung)**

***SEISMIC EVALUATION OF MULTI STORY BUILDING WITH  
NONLINEAR STATIC ANALYSIS (PUSHOVER) USING ETABS PROGRAM  
(A Case Study of Hajj Dormitory Multazam Building, Bandar Lampung City,  
Lampung Province)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**MAYGA BIMA SETYADI**

**17511181**

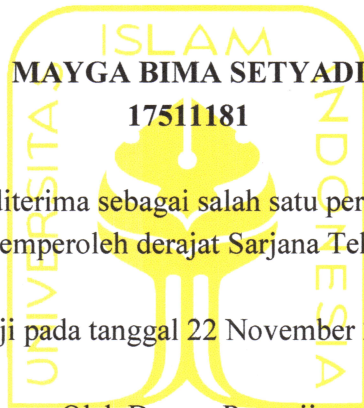
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2023**

## TUGAS AKHIR

**EVALUASI SEISMİK STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN ANALISIS STATIK NONLINIER (PUSHOVER)  
MENGUNAKAN PROGRAM ETABS (Studi Kasus : Gedung Multazam  
Asrama Haji, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung)**

***SEISMIC EVALUATION OF MULTI STORY BUILDING WITH  
NONLINEAR STATIC ANALYSIS (PUSHOVER) USING ETABS PROGRAM  
(A Case Study of Hajj Dormitory Multazam Building, Bandar Lampung City,  
Lampung Province)***

Disusun Oleh



**MAYGA BIMA SETYADI**

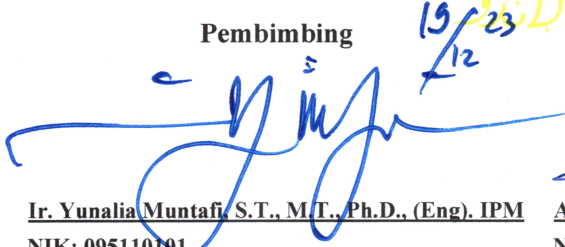
**17511181**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 22 November 2023

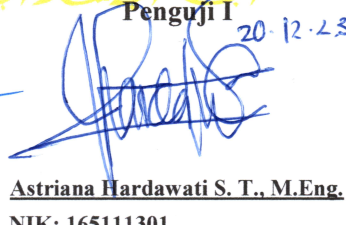
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

  
**Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., (Eng). IPM**  
NIK: 095110101

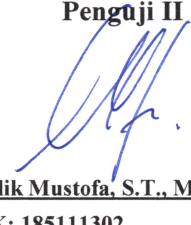
19/12/23

Penguji I

  
**Astriana Hardawati S. T., M.Eng.**  
NIK: 165111301

20.12.23

Penguji II

  
**Malik Mustofa, S.T., M.Eng.**  
NIK: 185111302

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



  
**Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., (Eng). IPM**  
NIK: 095110101

21/12/23

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Laporan Tugas Akhir ini bukan karya saya atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 November 2023  
Yang membuat pernyataan,



Mayga Bima Setyadi  
(17511181)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Evaluasi Seismik Struktur Bangunan Bertingkat dengan Analisis Statik Nonlinier (Pushover) Menggunakan Program ETABS (Studi Kasus : Gedung Multazam Asrama Haji, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung)", sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua dukungan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama penyusunan tugas akhir kepada pihak-pihak sebagai berikut.

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., (Eng). IPM selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, memberikan arahan, serta masukan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan, serta mendoakan penulis sehingga dapat menempuh pendidikan hingga mencapai gelar S.T.
3. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan semangat.
4. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Seluruh teman-teman Teknik Sipil 2017 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan doa dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.



Dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan tugas akhir ini, yang dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Yogyakarta, 13 November 2023  
Penulis,



Mayga Bima Setyadi  
(17511181)

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis <i>Pushover</i>	13
2.3 Keaslian Penelitian	22
BAB III LANDASAN TEORI	23
3.1 Analisis Struktur Bangunan	23
3.2 Pembebanan Struktur	24
3.3 Ketentuan Umum Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI-1726-2019	27
3.4 Analisis Beban Gempa	45
3.5 Analisis Statik Non-Linear ( <i>Pushover Analysis</i> )	45

3.5.1	Kurva Kapasitas	46
3.5.2	Titik kinerja ( <i>Performance Point</i> )	49
3.6	Metode ATC-40	50
3.6.1	Batasan Deformasi ( <i>Drift</i> ) Metode ATC-40	51
3.6.2	Level Kinerja Struktur Metode ATC-40	52
3.7	Mekanisme Keruntuhan	55
3.7.1	Mekanisme Keruntuhan Berdasarkan ATC-40	55
3.7.2	Sendi Plastis ( <i>Hinge</i> )	57
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		60
4.1	Objek Penelitian	60
4.2	Data Bangunan	61
4.3	Program Yang Digunakan	73
4.4	Tahapan Penelitian	73
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		77
5.1	Pemodelan Struktur	77
5.1.1	Pemodelan Kolom	79
5.1.2	Pemodelan Balok dan <i>Sloof</i>	81
5.1.3	Pemodelan Pelat	84
5.2	Pembebanan Struktur	86
5.2.1	Beban Mati	86
5.2.2	Beban Mati Tambahan	86
5.2.3	Beban Hidup	87
5.2.4	Beban Gempa	88
5.3	Analisis Beban Gempa	95
5.3.1	Pendefinisian <i>Mass Source</i>	95
5.3.2	Penginputan Data Respon Spektrum Gempa	96
5.3.3	Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar	97
5.4	Analisis <i>Pushover</i>	98
5.4.1	Pendefinisian <i>Load Case Pushover</i>	98
5.4.2	Pendefinisian Sendi Plastis ( <i>Hinges</i> )	107
5.4.3	<i>Running Pushover Analysis</i>	111
5.5	Hasil Analisis <i>Pushover</i>	112

5.5.1 Kurva Kapasitas	112
5.5.2 <i>Performance Point</i> Berdasarkan ATC-40	116
5.5.3 Tingkat Kinerja Struktur	118
5.5.4 Mekanisme Sendi Plastis	120
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	128
6.1 Kesimpulan	128
6.2 Saran	129
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN	133

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis <i>Pushover</i>	14
Tabel 3. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan	24
Tabel 3. 2 Berat Sendiri Komponen Gedung	25
Tabel 3. 3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	26
Tabel 3. 4 Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Nongedung Untuk Beban Gempa	28
Tabel 3. 5 Faktor Keutamaan Gempa	30
Tabel 3. 6 Klasifikasi Situs	30
Tabel 3. 7 Koefisien Situs $F_a$	33
Tabel 3. 8 Koefisien Situs $F_v$	34
Tabel 3. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	36
Tabel 3. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	37
Tabel 3. 11 Definisi Syarat Kategori Desain Seismik	38
Tabel 3. 12 Faktor $R$ , $C_d$ , Dan $\Omega_0$ Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	41
Tabel 3. 13 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	42
Tabel 3. 14 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ Dan $X$	43
Tabel 3. 15 Deformation Limits	51
Tabel 3. 16 Tingkat Kinerja Dan Kondisi Bangunan Pasca Terjadi Gempa	53
Tabel 4. 1 Dimensi dan Tipe Kolom	62
Tabel 4. 2 Dimensi dan Tipe Balok	63
Tabel 4. 3 Dimensi dan Tipe <i>Sloof</i>	70
Tabel 4. 4 Tebal dan Tipe Pelat	71
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian SPT ( <i>Standard Penetration Test</i> )	72
Tabel 5. 1 Perhingan Nilai Klasifikasi Situs	88
Tabel 5. 2 Nilai Klasifikasi Situs Hasil Pengujian SPT	89
Tabel 5. 3 Perhitungan Nilai Gaya Gempa Horizontal	94
Tabel 5. 4 Nilai Gaya Geser Dasar	97
Tabel 5. 5 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dilakukan Faktor Skala	97
Tabel 5. 6 Kurva Kapasitas Arah X	115
Tabel 5. 7 Kurva Kapasitas Arah Y	115
Tabel 5. 8 <i>Performance Point</i> Berdasarkan ATC-40	118

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Sesar Aktif Utama Di Sumatra dan Catatan Kegempaan. Elips Warna Kuning Menunjukkan Segmen Sesar Yang Robek Ketika Gempa Besar	3
Gambar 1. 2 Sesar Dangkal Di Pulau Sumatera dan Sekitarnya	4
Gambar 3. 1 Peta Spektrum Respons Percepatan Periode 0,2 Detik (Ss)	32
Gambar 3. 2 Peta Spektrum Respons Percepatan Periode 1 Detik (S1)	33
Gambar 3. 3 Peta Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respon 0,2 Detik (CRS)	35
Gambar 3. 4 Peta Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respon 1 Detik (CR1)	36
Gambar 3. 5 Peta Transisi Periode Panjang (TL)	39
Gambar 3. 6 Spektrum Respons Desain	40
Gambar 3. 7 Kurva Kapasitas	47
Gambar 3. 8 Modifikasi Kurva Kapasitas Menjadi Spektrum Kapasitas Dengan Format ADRS .....	48
Gambar 3. 9 Modifikasi Format Respon Percepatan Ke Format ADRS	49
Gambar 3. 10 Penentuan <i>Performance Point</i>	50
Gambar 3. 11 Ilustrasi Keruntuhan Gedung dan Level Kinerjanya	52
Gambar 3. 12 Mekanisme Keruntuhan <i>Beam Sway Mechanism</i>	56
Gambar 3. 13 Mekanisme Keruntuhan <i>Column Sway Mechanism</i>	56
Gambar 3. 14 Posisi Sumbu Lokal Balok Struktur	57
Gambar 3. 15 Posisi Sumbu Lokal Kolom Struktur	58
Gambar 3. 16 Peletakan Sendi Plastik ( <i>Plastic Hinge</i> ) Pada Balok dan Kolom	59
Gambar 4. 1 Denah Lantai 1 Bangunan Gedung Multazam	60
Gambar 4. 2 Denah Potongan Bangunan Gedung Multazam	61
Gambar 4. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian	75
Gambar 5. 1 Model 3D Gedung Asrama Haji Lampung	77
Gambar 5. 2 Tampak X-Y Gedung Asrama Haji Lampung	78
Gambar 5. 3 Tampak X-Z Gedung Asrama Haji Lampung	78
Gambar 5. 4 Tampak Y-Z Gedung Asrama Haji Lampung	79
Gambar 5. 5 <i>Frame Property Shape Type</i>	79
Gambar 5. 6 <i>Frame Section Property Data</i>	80
Gambar 5. 7 <i>Frame Section Property Reinforcement Data</i>	80
Gambar 5. 8 <i>Frame Property Shape Type</i>	81
Gambar 5. 9 <i>Section Designer Section Property Data</i>	82
Gambar 5. 10 <i>Section Object Data – Rectangle</i>	83
Gambar 5. 11 <i>Edge Reinforcing</i>	83
Gambar 5. 12 <i>Section Object Data – LineBar</i>	84

Gambar 5. 13 <i>Slab Property Defination Data</i>	85
Gambar 5. 14 <i>Quick Layer Definition Data</i>	85
Gambar 5. 15 Grafik Respon Spektrum	92
Gambar 5. 16 <i>Mass Source Data</i>	96
Gambar 5. 17 Input Parameter Respon Spektrum	96
Gambar 5. 18 <i>Load Case Data Gravity</i>	99
Gambar 5. 19 <i>Load Applications Gravity</i>	99
Gambar 5. 20 <i>Results Saved Gravity</i>	100
Gambar 5. 21 <i>Nonlinear Parameters Gravity</i>	100
Gambar 5. 22 <i>Load Case Data Pushover X</i>	101
Gambar 5. 23 <i>Load Application Pushover X</i>	102
Gambar 5. 24 <i>Result Saved Pushover X</i>	103
Gambar 5. 25 <i>Nonlinear Parameters Pushover X</i>	103
Gambar 5. 26 <i>Load Case Data Pushover Y</i>	104
Gambar 5. 27 <i>Load Application Pushover Y</i>	105
Gambar 5. 28 <i>Result Saved Pushover Y</i>	106
Gambar 5. 29 <i>Nonlinear Parameters Pushover Y</i>	106
Gambar 5. 30 <i>Select Frame Balok</i>	107
Gambar 5. 31 <i>Input Frame Hinge Balok</i>	108
Gambar 5. 32 <i>Setting Hinge Balok</i>	109
Gambar 5. 33 <i>Select Frame Kolom</i>	109
Gambar 5. 34 <i>Input Frame Hinge Kolom</i>	110
Gambar 5. 35 <i>Setting Hinge Kolom</i>	111
Gambar 5. 36 <i>Set Load Case to Run</i>	111
Gambar 5. 37 Kurva Kapasitas Pushover Arah X	112
Gambar 5. 38 Kurva Kapasitas Pushover Arah Y	113
Gambar 5. 39 Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X dan Arah Y	113
Gambar 5. 40 Sumbu Kuat dan Sumbu Lemah Struktur	114
Gambar 5. 41 Spektrum Kapasitas Arah X	117
Gambar 5. 42 Spektrum Kapasitas arah Y	117
Gambar 5. 43 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step-29 Arah X	121
Gambar 5. 44 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step-29 Arah X	121
Gambar 5. 45 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 38 Arah X Bagian Gedung	122
Gambar 5. 46 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 38 Arah X Bagian Gedung	122
Gambar 5. 47 Distribusi Sendi Plastis Pada Step ke- 244 Arah X	123
Gambar 5. 48 Detail Sendi Plastis Pada Portal Step ke- 244 Arah X	123
Gambar 5. 49 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 30 Arah Y	124
Gambar 5. 50 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 30 Arah Y	125
Gambar 5. 51 Distribusi Sendi Plastis Pada Step ke- 212 Arah Y	126
Gambar 5. 52 Detail Sendi Plastis Pada Portal Step ke- 212 Arah Y	126



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Hasil Analisis <i>Pushover</i> Arah x dan y	133
LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian SPT ( <i>Standard Penetration Test</i> )	147
LAMPIRAN 3 <i>Shop Drawing</i> Gedung Multazam, Komplek Asrama Haji, Provinsi Lampung	152

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\alpha_1$	=	Modal koefisien massa pada mode pertama
$\Omega_0$	=	Faktor kuat lebih sistem
$\Delta_{\text{roof}}$	=	<i>Roof displacement</i>
<sup>a</sup>	=	Koefisien modifikasi respons, $R$ , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai $R$ mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin
ATC-40	=	<i>Applied Technology Council</i>
<sup>b</sup>	=	Jika nilai pada table faktor kuat lebih $\Omega_0$ , lebih besar atau sama dengan 2,5, $\Omega_0$ maka diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel
B; M; K	=	Biasa; Menengah; Khusus
<sup>c</sup>	=	Faktor pembesar simpangan lateral, $C_d$ , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0.
$C_d$	=	Faktro pembesar defleksi
$C_s$	=	Koefisien respons seismik
$C_t$	=	Nilai paramenetr periode pendekat
$C_u$	=	Koefisien periode atas
$C_{vx}$	=	Faktor distribusi vertikal
<sup>d</sup>	=	TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan
$DC$	=	<i>Damage Control</i>
$D_t$	=	<i>Displacement target</i>
$F_a$	=	Faktor amplifikasi periode pendek
$F_v$	=	Faktor amplifikasi periode 1 detik
$F_x$	=	Gaya seismik lateral
$g$	=	Percepatan grafitasi
$h_i$ dan $h_x$	=	Tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$

$h_n$	= Ketinggian struktur bangunan gedung dengan satuan meter diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
$I_e$	= Faktor keutamaan gempa
$IO$	= <i>Immediate Occupancy</i>
$k$	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur
$LS$	= <i>Life Safety</i>
$M$	= Momen
$MCE$	= Maximum Considered Earthquake
$MCER$	= Maximum Considered Earthquake, Risk Targeted
$P$	= Gaya aksial
$PF_1$	= Faktor partisipasi modal pada mode pertama
$R$	= Koefisien modifikasi respons
$S_1$	= Parameter gerak tanah periode 1 detik
$SA$	= Tanah batuan keras
$S_a$	= Spektrum percepatan
$SB$	= Tanah Batuan Keras
$SC$	= Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak
$SD$	= Tanah sedang
$S_d$	= Spektrum perpindahan
$S_{D1}$	= Spektral desain untuk periode 1 detik
$S_{DS}$	= Spektral desain untuk periode pendek
$SDS$	= Sistem Dinding Struktur
$SDSK$	= Sistem Dinding Struktur Khusus
$SE$	= Tanah lunak
$SF$	= Tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs
$S_{M1}$	= Parameter respons spektral <i>MCE</i> pada periode 1 detik
$S_{MS}$	= Parameter respons spektral <i>MCE</i> pada periode pendek
$SRPM$	= Sistem Rangka Pemikul Momen

$S_s$	=	Parameter gerak tanah periode pendek
$T$	=	Periode getar fundamental struktur
$T_a$	=	Periode bangunan pendekatan
$T_L$	=	Peta transisi periode panjang
$V$	=	Gaya geser dasar sesimik
$V_t$	=	Gaya geser dasar sesimik target
$W$	=	Berat sesimik efektif
$w_i$ dan	=	Bagian berat seismik efektif total struktur yang ditempatkan atau
$w_x$		dikenakan pada tingkat $i$ atau $x$

## ABSTRAK

Indonesia terletak diantara empat lempeng tektonik besar dunia yaitu Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, Lempeng India dan Lempeng Pasifik, menyebabkan banyak kawasan di Indonesia berpotensi terjadi gempa tektonik. Salah satunya adalah Provinsi Lampung yang dilalui oleh sesar atau patahan Sumatera (*Great Sumatran Fault*) yang menyebabkan adanya potensi terjadi gempa tektonik, yang mana merupakan lokasi dari bangunan Gedung Multazam. Sehingga perlu dilakukan evaluasi kinerja struktur bangunan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi bangunan Gedung Multazam yang ada di kawasan asrama haji Provinsi Lampung terhadap beban gempa. Metode analisis pada penelitian ini menggunakan analisis *pushover* dengan mengacu pada metode ATC-40 (*Applied Technology Council*). Dari analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai *base shear* untuk kurva kapasitas arah x sebesar 20105,37 kN lebih besar dibandingkan dengan kurva kapasitas arah y sebesar 18823,68 kN. Hal ini menunjukkan bahwa untuk arah x merupakan sumbu kuat bangunan sedangkan arah y merupakan sumbu lemah bangunan. Berikutnya untuk tingkat kinerja struktur berdasarkan parameter maksimum total *drift* didapatkan nilai untuk arah x sebesar 0,005145 dan arah y sebesar 0,005550, dengan tingkat kinerja struktur masuk kedalam kategori *Immediate Occupancy* (IO). Selanjutnya berdasarkan parameter maksimum inelastik *drift* didapatkan nilai untuk arah x sebesar 0,005078 dan arah y sebesar 0,005483, dengan tingkat kinerja struktur masuk kedalam kategori *Damage Control* (DC). Kemudian untuk proses plastifikasi pada gedung yang ditinjau diawali dengan munculnya sendi plastis pada bagian balok kemudian pada bagian kolom dari gedung baik untuk arah x maupun arah y. Berdasarkan *code* ATC-40 hal ini sesuai dengan kriteria *beam sway mechanism*.

**Kata Kunci:** Gempa bumi, analisis *pushover*, titik kinerja, sendi plastis

## **ABSTRACT**

*Indonesia is located between four major tectonic plates of the world, namely the Australian Plate, Eurasian Plate, Indian Plate and Pacific Plate, causing many areas in Indonesia to have the potential for tectonic earthquakes. One of them is Lampung Province which is traversed by the Sumatran fault (Great Sumatran Fault) which causes the potential for tectonic earthquakes to occur, which is the location of the Multazam Building. So it is necessary to evaluate the performance of the building structure.*

*The purpose of this study is to evaluate the existing Multazam Building in the Hajj Dormitory area of Lampung Province against earthquake loads. The analysis method in this study uses pushover analysis with reference to the ATC-40 (Applied Technology council) method. From the analysis that has been done, the base shear value for the x-direction capacity curve of 20105.37 kN is greater than the y-direction capacity curve of 18823.68 kN. This shows that the x direction is the strong axis of the building while the y direction is the weak axis of the building. Next for the structural performance level based on the maximum total drift parameter, the value for the x direction is 0.005145 and the y direction is 0.005550, with the structural performance level in the Immediate Occupancy (IO) category. Furthermore, based on the maximum inelastic drift parameter, the value for the x direction is 0.005078 and the y direction is 0.005483, with the structural performance level in the Damage Control (DC) category. Then for the plasticization process in the building under review begins with the appearance of plastic joints in the beam section then in the column section of the building in both the x-direction and y-direction. Based on the ATC-40 code, this is in accordance with the beam sway mechanism criteria.*

**Keywords:** *Earthquakes, pushover analysis, performance points, plastic hinge, ETABS*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada dalam kawasan *Ring of Fire* atau cincin api pasifik. Hal ini menyebabkan di Indonesia banyak terdapat gunung berapi aktif. Banyaknya gunung berapi aktif ini menyebabkan banyak kawasan di Indonesia rawan atau berpotensi terjadi gempa vulkanik, dikarenakan letak kawasan tersebut yang berada dekat dengan gunung berapi aktif. Selain itu letak geografis Indonesia yang berada diantara empat lempeng tektonik besar dunia yaitu Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, Lempeng India dan Lempeng Pasifik, menyebabkan banyak kawasan di Indonesia rawan atau berpotensi terjadi gempa tektonik, terutama pada kawasan yang berdekatan dengan area pertemuan lempeng.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2017) dalam Syahira (2023) menjelaskan bahwa gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi. Getaran kerak bumi dapat terjadi akibat pergerakan lempeng bumi, akibat aktivitas gunung berapi dan akibat kelongsoran tanah. Dalam sejarahnya banyak gempa bumi besar yang pernah melanda Indonesia yang telah menimbulkan banyak kerugian harta benda hingga menelan korban jiwa cukup besar diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Gempa Aceh 26 Desember 2004 dengan kekuatan 9 Skala Richter,
2. Gempa Nias 28 Maret 2005 dengan kekuatan 8,7 Skala Richter,
3. Gempa Yogyakarta 26 Mei 2006 dengan kekuatan 5,9 Skala Richter,
4. Gempa Pangandaran 17 Juli 2006 dengan kekuatan 7,7 Skala Richter,

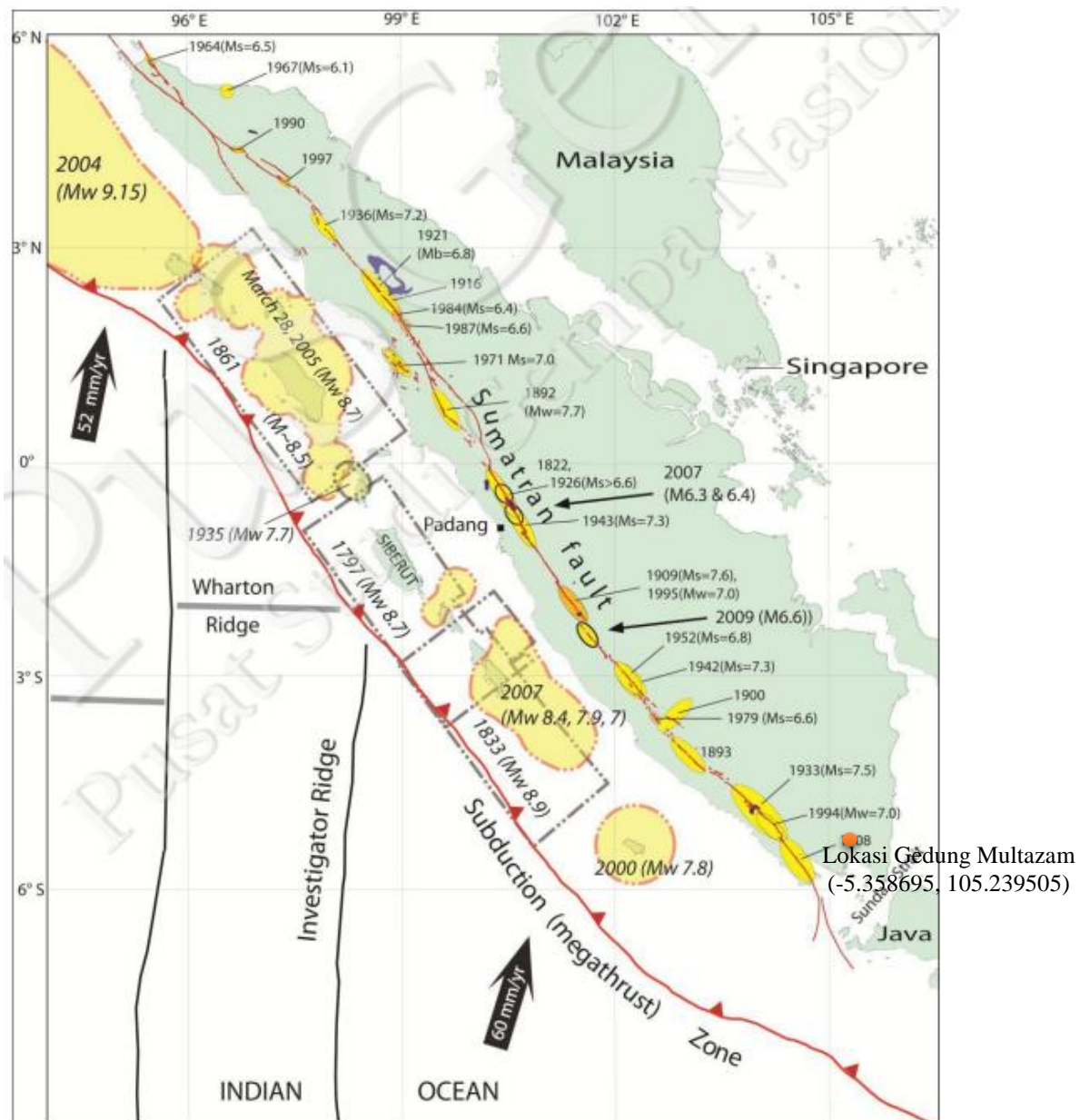


5. Gempa Padang 30 September 2009 dengan kekuatan 7,6 Skala Richter,
6. Gempa mentawai 25 Oktober 2010 dengan kekuatan 7,7 Skala Richter,
7. Gempa Lombok 29 Juli 2018 dengan kekuatan 6,4 Skala Richter, dan
8. Gempa Palu 28 September 2018 dengan kekuatan 7,4 Skala Richter,

Sehubungan dengan adanya potensi kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh getaran gempa, maka perlu adanya perencanaan serta evaluasi kekuatan struktur pada bangunan yang telah dibangun.

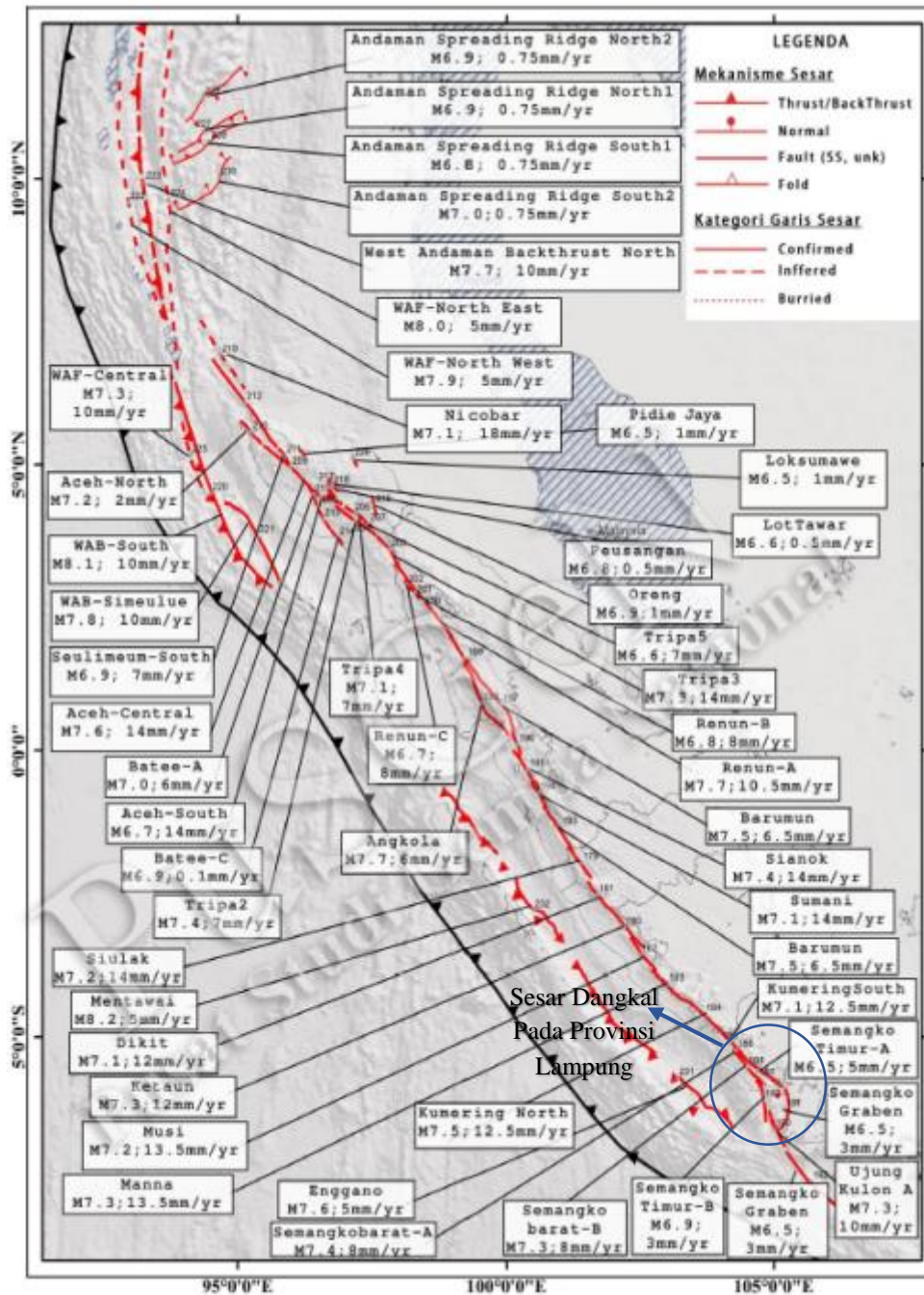
Nugraha (2021) menjelaskan bahwa pada saat ini telah terjadi peralihan metode atau teknik perencanaan bangunan yang tahan gempa dari metode sebelumnya berdasarkan kekuatan (*force based*) beralih menjadi berdasarkan kinerja (*performance based*). Perencanaan berbasis kinerja dianggap lebih baik karena sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan dengan jelas, sasaran kinerja ditentukan berdasarkan tingkat kinerja. Tingkat kinerja adalah batasan kerusakan yang ditentukan berdasarkan kerusakan fisik struktur dan elemen struktur, sehingga dengan adanya tingkat kinerja dapat digunakan untuk mengetahui keadaan dari struktur bangunan apabila dikenakan gaya gempa pada tingkatan atau level tertentu.

Pada penelitian ini dilakukan evaluasi kinerja struktur gedung terhadap beban gempa pada Gedung Multazam yang berada di kawasan asrama haji Provinsi Lampung. Lokasi bangunan berada di Provinsi Lampung, yang mana dilalui oleh sesar atau patahan sumatera (*Great Sumatran Fault*) yang menyebabkan adanya potensi terjadi gempa tektonik, sehingga evaluasi kinerja struktur bangunan sangat penting untuk dilakukan. Ilustrasi peta patahan sumatera yang melewati Provinsi Lampung disajikan pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



**Gambar 1. 1 Sesar Aktif Utama Di Sumatra dan Catatan Kegempaan. Elips Warna Kuning Menunjukkan Segmen Sesar Yang Robek Ketika Gempa Besar**

Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 Gambar II-5



**Gambar 1. 2 Sesar Dangkal Di Pulau Sumatera dan Sekitarnya**

Sumber: Buku Peta Deag्रेसi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa, 2022.

Evaluasi kinerja struktur ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak gaya gempa pada level tertentu apabila dikenakan pada elemen struktur bangunan. Langkah ini dilakukan sebagai bentuk upaya penanggulangan dampak

bencana gempa. Untuk mengetahui dampak gaya gempa tersebut, maka diperlukan gambaran kondisi riil dari perilaku struktur pada saat terkena gaya gempa yang bersifat inelastis. Dikarenakan perilaku struktur yang inelastis pada saat terkena gaya gempa, maka perlu menggunakan metode analisis non-linear. Pada penelitian ini digunakan metode analisis *pushover* yang termasuk dalam jenis analisis statik non-linear. Berikutnya hasil kondisi perilaku struktur dari analisis *pushover* digunakan untuk mendapatkan nilai tingkatan kinerja struktur. Tingkatan kinerja tersebut berfungsi untuk menggambarkan kondisi kerusakan fisik bangunan dan ancaman keselamatan yang dapat terjadi pada penghuni bangunan. Prosedur analisis *pushover* yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada metode ATC-40 (*Applied Technology Council*) untuk mengetahui bagaimana level kinerja seismik pada struktur bangunan tersebut dan skema terjadinya sendi plastis pada struktur bangunan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil kurva kapasitas dari analisis *pushover*?
2. Bagaimana tingkat kinerja struktur gedung setelah dianalisis menggunakan metode *pushover* menurut kriteria ATC-40?
3. Bagaimana mekanisme sendi plastis yang terjadi setelah dianalisis menggunakan metode *pushover* menurut kriteria ATC-40?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kurva kapasitas (hubungan antara *base shear* dengan *displacement*) untuk menggambarkan tahapan perilaku struktur saat dikenai gaya gempa pada tingkat atau level tertentu.

2. Menentukan kriteria kinerja seismik struktur bangunan berdasarkan nilai *performance point* menggunakan kriteria ATC-40.
3. Mengetahui skema kelelahan (distribusi sendi plastis) yang terjadi dari hasil perhitungan program ETABS.

#### **1.4 Batasan Penelitian**

Berikut ini adalah batasan-batasan penelitian yang digunakan pada penelitian ini.

1. Bangunan yang dianalisis adalah Gedung Multazam Asrama Haji yang terletak di Provinsi Lampung dengan jumlah 5 lantai dan bangunan menggunakan struktur portal beton bertulang.
2. Komponen yang dievaluasi hanya komponen struktur, meliputi :
  - a. Struktur portal beton bertulang.
  - b. Pelat beton bertulang.
  - c. Atap dak beton.
3. Pembebanan gedung meliputi :
  - a. Beban mati (berupa berat sendiri struktur).
  - b. Beban hidup (berupa beban akibat fungsi sesuai dengan SNI 03-1727-1989 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung).
  - c. Beban lateral (berupa beban gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung, tanpa memperhitungkan beban angin).
4. Kriteria kinerja struktur bangunan menggunakan ATC-40.
5. Perilaku struktur dianalisis menggunakan metode *pushover* dengan bantuan program ETABS.
6. Jenis tanah ditentukan berdasarkan hasil pengujian SPT (*Standard Penetration Test*) pada lokasi gedung yang ditinjau.
7. Pemodelan tulangan balok dan kolom dilakukan berdasarkan data perencanaan *Shop Drawing*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat-manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini.

1. Bagi penulis, mengembangkan kemampuan menggunakan program ETABS untuk mendesain struktur bangunan khususnya dalam mendesain struktur beton portal 3D (tiga dimensi), kemudian menambah ilmu dan pemahaman pada bidang teknik sipil tentang metode analisis statik *pushover*.
2. Untuk pembaca, menambah wawasan dan ilmu mengenai metode analisis statik *pushover* guna melihat perilaku struktur bangunan pada saat terkena gempa, dan dapat digunakan sebagai bahan referensi apabila kedepannya ada penelitian mengenai metode analisis statik *pushover* dan tingkat kinerja seismic struktur bangunan.
3. Untuk praktisi, hasil evaluasi ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam perencanaan, perbaikan, dan perkuatan agar struktur bangunan dapat bertahan pada saat terjadinya gempa.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa penelitian sejenis mengenai evaluasi kinerja struktur bangunan dengan metode analisis *pushover*.

#### 1. Kajian Analisis *Pushover* Untuk *Performance Based Design* Pada Awana Condotel Yogyakarta.

Penelitian ini bersumber dari jurnal yang dilakukan oleh Dwi Kurniati (2018). Bangunan yang dianalisis pada penelitian tersebut adalah Gedung Awana Condotel Yogyakarta, yang mana merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak sepuluh lantai. Metode evaluasi yang digunakan adalah analisis static nonlinear (*Pushover*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja tahanan gempa pada Gedung Awana Condotel Yogyakarta dari arah x maupun arah y dan mengetahui bagaimana pola keruntuhan yang terjadi.

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Hasil analisis dengan *software* SAP2000 v.14 untuk *push* x dengan gaya geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*performance point*) dengan gaya geser 38025,437 kN, *displacement* (Dt) 0,061 m, redaman efektif ( $\beta_{eff}$ ) 5,5% dan waktu efektifis (Teff) 0,439 detik. Hasil analisis untuk *push* y dengan gaya geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*performance point*) dengan gaya geser 24999,808 kN, *displacement* (Dt) 0,090 m, redaman efektif ( $\beta_{eff}$ ) 6,5% dan waktu efektifis (Teff) 0,700 detik.
- b. Hasil perhitungan dengan bantuan *software* SAP2000 v.14 menunjukkan bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), hal ini berarti bahwa apabila terjadi gempa, Gedung Awana Condotel Yogyakarta tidak mengalami kerusakan struktural dan non



struktural sehingga gedung ini tetap aman digunakan. Struktur gedung berperilaku non-linear saat terjadi gempa.

2. *Damage and loss probability assessment of reinforced concrete building due to Yogyakarta earthquake scenario using pushover and HAZUS analysis (case study: student center building, faculty of social science, UNY)*

Penelitian ini dilakukan oleh Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018) dimana analisis pushover dikombinasikan dengan HAZUS dalam melakukan asesmen probabilitas kerugian dan kerusakan bangunan. Bangunan yang dianalisis pada penelitian ini adalah bangunan beton bertulang 3 lantai dengan tinggi total 14,515m yang berfungsi sebagai pusat kegiatan mahasiswa yang berlokasi di Yogyakarta.

Metode analisis dilakukan menggunakan metode analisis statik *pushover*, dengan prosedur analisis mengacu pada pedoman ATC-40 dilanjutkan analisis HAZUS untuk mendapatkan nilai probabilitas kerugian dan kerusakan bangunan. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian Yunalia Muntafi (2012) yang juga menggunakan analisis pushover untuk evaluasi kinerja seismik gedung DPU wilayah kabupaten Wonogiri.

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Hasil nilai *base shear* dari pushover-x (325,030 ton) lebih besar dari pushover-y (205,204 ton), sebaliknya perpindahan yang diperoleh dari titik kinerja pushover-y sedikit lebih tinggi dari pushover-x.
- b. Berdasarkan perhitungan rasio simpangan, baik simpangan total maksimum maupun rasio simpangan inelastis maksimum menunjukkan bahwa tingkat kinerja struktur gedung adalah *Immediate Occupancy*, yang berarti hanya terjadi kerusakan struktur yang sangat terbatas, sehingga gedung aman dan dapat langsung digunakan.
- c. Kerentanan bangunan pada setiap tingkat kerusakan bangunan yang diperoleh akibat gempa bumi untuk tingkat kerusakan ringan, sedang, berat, dan rusak total adalah 22,59%, 21,60%, 3,71%, dan 0,23%. Hal ini berarti total kerentanan bangunan adalah 48,12% dan kemungkinan tidak terjadi kerusakan adalah 51,88%.

- d. Estimasi nilai kerugian ekonomi berdasarkan metode berdasarkan metode pendekatan FEMA-1999 diperoleh nilai sebesar diperoleh nilai sebesar 4.692. Hal ini berarti bahwa bangunan tersebut memiliki probabilitas kerugian ekonomi kerusakan kecil sebesar 4,692%. akibat skenario gempa Yogyakarta 2006.
3. Evaluasi Kinerja Seismik Gedung APLC UGM Dengan Metode Analisis *Pushover* Sesuai Peraturan SNI-1726-2019

Penelitian ini bersumber dari tugas akhir yang dibuat oleh Haristio Nugraha (2021). Bangunan yang dianalisis pada penelitian ini adalah Gedung *Advanced Pharmaceutical Science Learning Center (APSCL)* UGM, gedung tersebut merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak sembilan lantai. Pemodelan gedung dilakukan dengan bantuan *software* SAP 2000 V22 dalam bentuk 3D sesuai dengan *shop drawing*.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja struktur menggunakan metode analisis *pushover* dengan *capacity spectrum* menurut ATC-40 guna mengetahui kurva kapasitas, level kinerja bangunan dengan metode ATC-40, dan mengetahui skema sendi plastis yang terjadi pada bangunan.

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Berdasarkan dari kurva kapasitas didapatkan kurva kapasitas arah y memiliki bentuk yang lebih tegak dari kurva kapasitas arah x, hal ini menunjukkan bahwa arah y lebih kaku daripada arah x. Dengan nilai gaya lateral arah x sebesar 15085065,1 kN lebih besar dari arah y sebesar 12636028,7 kN, sedangkan untuk nilai *displacement* arah x sebesar 0,729019 m dan untuk arah y sebesar 0,457125 m.
- b. Nilai *performance point* yang didapat untuk arah x sebesar 328467,728 kN dan untuk arah y sebesar 328642,432 kN. Dari nilai *performance point* tersebut dihitung nilai *drift* menggunakan metode ATC-40 didapatkan tingkat kinerja struktur adalah *Immediate Occupancy (IO)*.
- c. Adapun skema sendi plastis yang terjadi adalah terjadi merata diawali terjadi dari balok kemudian dilanjutkan terjadi pada kolom.

#### 4. Evaluasi Struktur Gedung Kampus II Universitas Muhammadiyah, Sumatera Barat dengan Analisis Statik Non-Linear Pushover

Penelitian ini bersumber dari tugas akhir yang dilakukan oleh Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023). Bangunan yang dianalisis pada penelitian ini adalah gedung kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, gedung tersebut merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak empat lantai dan atap menggunakan pelat beton. Pemodelan gedung dilakukan dengan bantuan *software* ETABS V.16.2.1 dalam bentuk 3D sesuai dengan *shop drawing*.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja gedung kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dari pengaruh gaya gempa baik dari arah x maupun arah y, kemudian pola keruntuhan yang terjadi.

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Analisis dengan *software* ETABS V.16.2.1 diperoleh gaya geser maksimum yang dapat diterima struktur akibat Pushover Arah X sebesar 43561,8104 kN dengan perpindahan yang terjadi akibat gaya geser maksimum sebesar 317,32 mm atau 31,73 cm. Dan akibat adanya pushover arah Y maka gaya geser maksimum yang terjadi sebesar 39274,5448 kN dengan nilai perpindahan sebesar 289,851 mm atau 29,00 cm.
- b. *Performance Point* pada struktur akibat Push-X yang terjadi pada langkah kelima dan keenam menghasilkan gaya geser dasar sebesar 36296,398 kN, perpindahan (Dt) 230,790 mm, redaman efektif ( $\beta$  eff) 7,32% dan waktu efektif ( $T$  eff ) 1,002 detik. Dan akibat adanya Push-Y yang terjadi pada langkah kedelapan dan kesembilan menghasilkan gaya geser dasar sebesar 35890,284 kN, perpindahan (Dt) 246,167 mm, redaman efektif ( $\beta$  eff) 7,15% dan waktu efektif ( $T$  eff) 0,987 detik.
- c. Dari hasil perhitungan dengan bantuan *software* ETABS V.16.2.1 menunjukkan bahwa bangunan ditinjau secara keseluruhan termasuk dalam tingkat kinerja berdasarkan ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440 yaitu Damage Control (DC), Artinya jika terjadi gempa maka gedung kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat mengalami kerusakan ringan

baik struktur maupun nonstruktural, namun gedung ini masih aman digunakan dan masih dalam kondisi mudah diperbaiki.

5. Evaluasi Kinerja Struktur Atas Pada Desain Gedung Perkantoran Menggunakan Analisis *Pushover* Berdasarkan ATC-40

Penelitian ini bersumber dari tugas akhir yang dilakukan oleh Maritza Syifa Syahira (2023). Bangunan yang dianalisis pada penelitian ini adalah gedung Perkantoran yang berada di Kota Padang dengan struktur gedung merupakan beton bertulang, jumlah lantai pada gedung sebanyak empat lantai dengan tinggi total gedung 17 meter. Pemodelan gedung dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 v22 dalam bentuk 3D sesuai dengan *Detail Engineering Design* (DED).

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja Gedung Kantor yang berada di Kota Padang dari pengaruh beban gempa  $MCE_R$  (*Maximum Considered Earthquake, Risk Targeted*) dan beban gempa  $DBE$  (*Design Basis Earthquake*), kemudian pola keruntuhan yang terjadi akibat beban gempa  $MCE_R$  (*Maximum Considered Earthquake, Risk Targeted*) dan beban gempa  $DBE$  (*Design Basis Earthquake*).

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Nilai *performance point* yang diperoleh dari hasil analisis pushover dengan menggunakan beban gempa  $MCE_R$  (*Maximum Considered Earthquake, Risk Targeted*) pada arah x yaitu  $V = 20149,839$  kN dan  $\delta = 0,309$  m. Kemudian untuk arah Y yaitu  $V = 26643,81$  kN dan  $\delta = 0,231$  m.
- b. Nilai *performance point* yang diperoleh dari hasil analisis pushover dengan menggunakan beban gempa  $DBE$  (*Design Basis Earthquake*) pada arah x yaitu  $V = 16186,151$  kN dan  $\delta = 0,175$  m. Kemudian untuk arah Y yaitu  $V = 20103,415$  kN dan  $\delta = 0,131$  m.
- c. Tingkat kinerja struktur dari gedung perkantoran di Kota Padang pada level gempa  $MCE_R$  adalah *Damage Control* sedangkan tingkat kinerja struktur pada level gempa  $DBE$  adalah *Immediate Occupancy*.
- d. Awal mula terjadinya sendi plastis dengan menggunakan beban gempa  $MCE_R$  (*Maximum Considered Earthquake, Risk Targeted*) pada arah x dan

y ada pada step ke-2 yang ditandai dengan munculnya titik sendi plastis pada balok dan kolom berwarna ungu yang artinya berada pada level kinerja B. Sendi plastis berakhir untuk arah x pada step ke-5, dimana ada beberapa kolom ditandai dengan berwarna hijau yang berarti berada pada level kinerja *CP (Collapse Prevention)* yaitu terjadi kerusakan yang parah pada struktur sehingga kekuatan dan kekakuan berkurang banyak. Kemudian untuk arah y berakhir pada step ke-5, dimana ada beberapa kolom yang juga ditandai dengan titik berwarna hijau yang berarti berada pada level kinerja *CP (Collapse Prevention)* dan warna kuning yang berarti berada pada level kinerja C.

- e. Awal mula terjadinya sendi plastis dengan menggunakan beban gempa *DBE (Design Basis Earthquake)* pada arah x dan y ada pada step ke-2 yang ditandai dengan munculnya titik sendi plastis pada balok dan kolom berwarna ungu yang artinya berada pada level kinerja B. Sendi plastis berakhir pada step ke-8 dimana telah muncul titik-titik sendi plastis berwarna biru tua yang berarti berada pada level kinerja *IO (Immediate Occupancy)*. Kemudian untuk arah y berakhir pada step ke-6 dimana muncul titik-titik warna biru tua yang berarti berada pada level kinerja *IO (Immediate Occupancy)*, warna hijau yang berarti berada pada level kinerja *CP (Collapse Prevention)*, dan warna kuning yang berarti berada pada level kinerja C.

## **2.2 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover***

Berikut ini adalah perbandingan penelitian-penelitian sebelumnya terkait *pushover* analisis dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover***

No.	Aspek	Peneliti				
		Dwi Kurniati (2018)	Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018)	Haristio Nugraha (2021)	Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023)	Mayga Bima Setyadi (2023)
1.	Judul	Kajian Analisis <i>Pushover</i> Untuk <i>Performance Based Design</i> Pada Awana Condotel Yogyakarta	<i>Damage and loss probability assessment of reinforced concrete building due to Yogyakarta earthquake scenario using pushover and HAZUS analysis (case study: student center building, faculty of social science, UNY)</i>	Evaluasi Kinerja Seismik Gedung APLC UGM Dengan Metode Analisis <i>Pushover</i> Sesuai Peraturan SNI-1726-2019	Evaluasi Struktur Gedung Kampus II Universitas Muhammadiyah, Sumatera Barat dengan Analisis Statik Non-Linear <i>Pushover</i>	Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Dengan Analisis <i>Pushover</i> Menggunakan Program ETABS (Studi Kasus : Gedung Multazam Asrama Haji Provinsi Lampung)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover*

No.	Aspek	Peneliti				
		Dwi Kurniati (2018)	Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018)	Haristio Nugraha (2021)	Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023)	Mayga Bima Setyadi (2023)
2.	Tujuan Penelitian	Mengevaluasi kinerja tahanan gempa pada Gedung Awana Condotel Yogyakarta dari arah x maupun arah y dan mengetahui bagaimana pola keruntuhan yang terjadi.	Menentukan tingkat kinerja bangunan seismik berdasarkan kriteria ATC-40, mengetahui matriks probabilitas kerusakan dengan metode HAZUS, dan menentukan nilai ekonomi kerugian kerusakan bangunan berdasarkan FEMA-1999.	Melakukan evaluasi kinerja struktur menggunakan metode analisis <i>pushover</i> dengan <i>capacity spectrum</i> menurut ATC-40 guna mengetahui kurva kapasitas, level kinerja bangunan dengan metode ATC-40, dan mengetahui skema sendi plastis yang terjadi pada bangunan.	Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja gedung kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dari pengaruh gaya gempa baik dari arah x maupun arah y, kemudian pola keruntuhan yang terjadi.	Melakukan evaluasi kinerja struktur menggunakan metode analisis <i>pushover</i> untuk mengetahui kurva kapasitas guna menggambarkan tahapan perilaku struktur saat dikenai gaya geser dasar pada tingkat atau level tertentu, menentukan kriteria kinerja seismik struktur bangunan dari nilai <i>performance point</i> menggunakan code ATC-40, dan mengetahui skema kelelahan yang terjadi dari perhitungan program ETABS.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover*

No.	Aspek	Peneliti				
		Dwi Kurniati (2018)	Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018)	Haristio Nugraha (2021)	Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023)	Mayga Bima Setyadi (2023)
3.	Bentuk dan Tingkat Bangunan Gedung	Gedung Awana Condotel Yogyakarta, yang mana merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak sepuluh lantai.	Bangunan gedung beton bertulang 3 (tiga) lantai dengan tinggi total bangunan 14,515m yang berfungsi sebagai pusat kegiatan mahasiswa yang berlokasi di Yogyakarta.	Gedung <i>Advanced Pharmaceutical Science Learning Center</i> (APSCCL) UGM, gedung tersebut merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak sembilan lantai.	Gedung Kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang mana gedung tersebut merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak empat lantai dan atap menggunakan pelat beton.	Gedung Multazam Asrama Haji Provinsi Lampung, gedung tersebut merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan tingkatan sebanyak lima lantai.



Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover*

No.	Aspek	Peneliti				
		Dwi Kurniati (2018)	Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018)	Haristio Nugraha (2021)	Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023)	Mayga Bima Setyadi (2023)
4.	Metode Penelitian	Melakukan pengumpulan data bangunan berupa gambar <i>Detail Engeneering Design</i> (DED), kemudian membuat pemodelan struktur 3D dengan <i>software</i> SAP2000 v.14, berikutnya membuat definisi material dan profil penampang, setelah itu melakukan <i>running analysis</i> modal, dilanjutkan melakukan input grafik respon spektrum	Bangunan dimodelkan 3D dengan <i>software</i> SAP2000, kemudian dilakukan analisis pembebanan dan analisis statik nonlinier pushover, dengan prosedur analisis mengacu pada pedoman ATC-40 untuk mendapatkan kurva kapasitas dan titik performa ( <i>performance point</i> ) hingga akhirnya diperoleh level kinerja	Studi literature dan pengumpulan data bangunan, melakukan pemodelan bangunan dalam bentuk 3D menggunakan <i>software</i> SAP2000 V22, menghitung pembebanan, melakukan analisis static <i>pushover</i> dengan bantuan <i>software</i> SAP2000 V22, membuat kesimpulan dari	Melakukan pemodelan Struktur gedung menggunakan <i>software</i> ETABS V.16.2.1, Melakukan perhitungan beban struktur berupa beban hidup dan beban mati, serta beban terhitung lainnya, melakukan analisis statik <i>pushover</i> dengan <i>software</i> ETABS V.16.2.1, membuat kesimpulan dari hasil	Melakukan pemodelan bangunan sesuai gambar <i>Shop Drawing</i> bangunan menggunakan program ETABS, melakukan perhitungan pembebanan berupa beban mati beban hidup dan beban terhitung lainnya, melakukan analisis statik <i>pushover</i> dengan program ETABS, membuat kesimpulan dari hasil analisis staktik

		berdasarkan peta gempa 2017, kemudian membuat parameter untuk analisis <i>pushover</i> ( <i>Gravity</i> dan <i>Push</i> ), selanjutnya melakukan <i>running analysis</i> , kemudian melakukan perhitungan data output analisis <i>pushover</i> , dan dilanjutkan membuat kesimpulan dan saran.	bangunannya. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis HAZUS untuk mendapatkan kurva kerentanan bangunan, matriks probabilitas kerusakan pada tiap level kerusakan, serta nilai probabilitas kerugian akibat gempa.	hasil analisis yang telah dilakukan.	analisis statik <i>pushover</i> .	<i>pushover</i> yang telah dilakukan.
--	--	--	--	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Terkait Analisis *Pushover*

No.	Aspek	Peneliti				
		Dwi Kurniati (2018)	Yunalia Muntafi, Rohma Faraodi, dan Ali Asroni (2018)	Haristio Nugraha (2021)	Romi Sani Saputra, Redha Arima RM dan Masrilayanti (2023)	Mayga Bima Setyadi (2023)
5.	Hasil Penelitian	a. Hasil analisis dengan <i>software</i> SAP2000 v.14 untuk <i>push</i> x dengan gaya geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur ( <i>performance point</i> ) dengan gaya geser 38025,437 kN, <i>displacement</i> (Dt) 0,061 m, redaman efektif ( $\beta_{eff}$ ) 5,5% dan waktu efektifis (Teff) 0,439	a. Hasil nilai <i>base shear</i> dari <i>pushover</i> -x (325,030 ton) lebih besar dari <i>pushover</i> -y (205,204 ton), sebaliknya perpindahan yang diperoleh dari titik kinerja <i>pushover</i> -y sedikit lebih tinggi dari <i>pushover</i> -x. b. Berdasarkan perhitungan rasio simpangan, baik simpangan total maksimum maupun rasio simpangan inelastis maksimum	a. Berdasarkan dari kurva kapasitas didapatkan kurva kapasitas arah y memiliki bentuk yang lebih tegak dari kurva kapasitas arah x, hal ini menunjukkan bahwa arah y lebih kaku daripada arah x. Dengan nilai gaya lateral arah x sebesar 15085065,1 kN lebih besar dari arah y sebesar 12636028,7 kN,	a. Analisis dengan <i>software</i> ETABS V.16.2.1 diperoleh gaya geser maksimum yang dapat diterima struktur akibat <i>Pushover</i> Arah X sebesar 43561,8104 kN dengan perpindahan yang terjadi akibat gaya geser maksimum sebesar 317,32 mm atau 31,73 cm. Dan akibat adanya <i>pushover</i> arah Y maka gaya geser maksimum yang terjadi sebesar 39274,5448 kN dengan nilai perpindahan sebesar	Diharapkan diperoleh hasil kurva kapasitas, nilai <i>performance point</i> , kinerja struktur dan pola plastifikasi dari struktur gedung yang ditinjau.

		<p>detik. Hasil analisis untuk <i>push y</i> dengan geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur (<i>performance point</i>) dengan gaya geser 24999,808 kN, <i>displacement</i> (Dt) 0,090 m, redaman efektif (<math>\beta_{eff}</math>) 6,5% dan waktu efektifis (Teff) 0,700 detik.</p> <p>b. Hasil perhitungan dengan bantuan <i>software</i> SAP2000 v.14 menunjukkan bahwa degung yang ditinjau termasuk dalam</p>	<p>menunjukkan bahwa tingkat kinerja struktur gedung adalah <i>Immediate Occupancy</i>, yang berarti hanya terjadi kerusakan struktur yang sangat terbatas, sehingga gedung aman dan dapat langsung digunakan.</p> <p>c. Kerentanan bangunan pada setiap tingkat kerusakan bangunan yang diperoleh akibat gempa bumi untuk tingkat kerusakan ringan, sedang, berat, dan rusak total adalah 22,59%, 21,60%, 3,71%, dan 0,23%. Hal ini berarti total kerentanan</p>	<p>sedangkan untuk nilai <i>displacement</i> arah x sebesar 0,729019 m dan untuk arah y sebesar 0,457125 m.</p> <p>b. Nilai <i>performance point</i> yang didapat untuk arah x sebesar 328467,728 kN dan untuk arah y sebesar 328642,432 kN. Dari nilai <i>performance point</i> tersebut dihitung nilai <i>drift</i> menggunakan metode ATC-40 didapatkan tingkat kinerja struktur adalah</p>	<p>289,851 mm atau 29,00 cm.</p> <p>b. <i>Performance Point</i> pada struktur akibat Push-X yang terjadi pada langkah kelima dan keenam menghasilkan gaya geser dasar sebesar 36296,398 kN, perpindahan (Dt) 230,790 mm, redaman efektif (<math>\beta_{eff}</math>) 7,32% dan waktu efektif (T eff ) 1,002 detik. Dan akibat adanya Push-Y yang terjadi pada langkah kedelapan dan kesembilan menghasilkan gaya geser dasar sebesar 35890,284 kN, perpindahan (Dt) 246,167 mm, redaman efektif (<math>\beta_{eff}</math>) 7,15% dan waktu efektif (T eff) 0,987 detik.</p>	
--	--	---	---	--	--	--

		<p>level kinerja <i>Immediate Occupancy</i> (IO), hal ini berarti bahwa apabila terjadi gempa, Gedung Awana Condotel Yogyakarta tidak mengalami kerusakan struktural dan non struktural sehingga gedung ini tetap aman digunakan. Struktur gedung berperilaku non-linear saat terjadi gempa.</p>	<p>bangunan adalah 48,12% dan kemungkinan tidak terjadi kerusakan adalah 51,88%.</p> <p>d. Estimasi nilai kerugian ekonomi berdasarkan metode pendekatan FEMA-1999 diperoleh nilai sebesar 4,692%. Hal ini berarti bahwa bangunan tersebut memiliki probabilitas kerugian ekonomi kerusakan kecil sebesar 4,692%. akibat skenario gempa Yogyakarta 2006.</p>	<p><i>Immediate Occupancy</i> (IO).</p> <p>c. Adapun skema sendi plastis yang terjadi adalah terjadi merata diawali terjadi dari balok kemudian dilanjutkan terjadi pada kolom.</p>	<p>c. Dari hasil perhitungan dengan bantuan software ETABS V.16.2.1 menunjukkan bahwa bangunan ditinjau secara keseluruhan termasuk dalam tingkat kinerja berdasarkan ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440 yaitu Damage Control (DC), Artinya jika terjadi gempa maka gedung kampus II Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat mengalami kerusakan ringan baik struktur maupun nonstruktural, namun gedung ini masih aman digunakan dan masih dalam kondisi mudah diperbaiki.</p>	
--	--	--	--	---	--	--

### 2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian menggunakan analisis statik nonlinier *pushover* dengan mengacu pada metode ATC-40 sudah cukup banyak digunakan pada beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang telah dirangkum pada Tabel 2.1. Namun, penelitian terkait aplikasinya dalam melakukan asesmen pada Gedung Multazam Asrama Haji Provinsi Lampung, belum pernah dilakukan. Penelitian ini menggunakan acuan gambar *shop drawing* dari Gedung Multazam Asrama Haji Provinsi Lampung, sehingga penelitian ini merupakan karya yang asli dan bukan merupakan plagiasi.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Analisis Struktur Bangunan**

Nugraha (2021) menjelaskan bahwa pada saat ini terjadi peralihan perencanaan bangunan tahan gempa dari yang sebelumnya berdasarkan kekuatan (*force based*) menjadi berdasarkan kinerja (*performance based*). Perencanaan berbasis kinerja dianggap lebih baik dikarenakan sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan dengan jelas, sasaran kinerja ditentukan berdasarkan tingkat atau level kinerja. Pada analisis *performance based design*, level kinerja dari suatu bangunan dapat dinilai berdasarkan besar kekuatan gempa yang direncanakan, sehingga pemilik dari bangunan dapat memilih level kinerja dari bangunan, yang berdampak pada biaya pembangunan dan perbaikan.

Juwita (2009) menjelaskan bahwa *performance based design* merupakan suatu konsep dalam perencanaan dan analisis seismik struktur bangunan, dengan menetapkan berbagai tingkat kinerja struktur (*multiple performance objective levels*). Tingkat kinerja ini merupakan tingkat kinerja bangunan yang diharapkan terjadi ketika struktur dilanda gempa dengan tingkat intensitas tertentu. Tingkat kinerja (*performance*) ini merupakan suatu pilihan yang harus ditentukan oleh perencana struktur pada tahap awal, yang mana tingkat kinerja ini dapat dievaluasi dari beberapa kondisi batas. Kondisi batas ini bersifat fleksibel, karena merupakan kesepakatan dari pihak perencana struktur dengan pihak yang memiliki bangunan (*owner*).

Dalam *performance based design* terdapat elemen utama yang perlu diperhatikan yaitu *demand* dan *capacity*. *Demand* merupakan tuntutan atau kebutuhan yang harus dipenuhi oleh struktur, *Demand* dapat digambarkan sebagai beban gempa. Pada setiap elemen struktur besarnya nilai *demand* secara kuantitatif merupakan kombinasi pembebanan maksimum yang terjadi pada setiap elemen

tersebut. Berikutnya *capacity* merupakan kapasitas atau kemampuan yang dimiliki oleh struktur. Salah satu analisis yang dapat menggambarkan kapasitas struktur secara keseluruhan adalah analisis *pushover*, dalam analisis *pushover* menghasilkan suatu titik *performance point* berupa titik perpotongan antara kurva *demand* dan kurva *capacity*. Selanjutnya nilai *performance point* tersebut dapat digunakan untuk menentukan level kinerja dari struktur bangunan menggunakan metode ATC-40.

### 3.2 Pembebanan Struktur

Pada penelitian ini ada 3 jenis beban yang akan dianalisis yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

#### 1. Beban mati

Beban mati merupakan berat dari seluruh bagian gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung tersebut. Berikut adalah beban mati yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

**Tabel 3. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan**

No.	Bahan Bangunan	Beban	Satuan
1	Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>
2	Batu alam	2600	kg/m <sup>3</sup>
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1500	kg/m <sup>3</sup>
4	Batu karang (berat tumpuk)	700	kg/m <sup>3</sup>
5	Batu pecah	1450	kg/m <sup>3</sup>
6	Besi tuang	7250	kg/m <sup>3</sup>
7	Beton <sup>(1)</sup>	2200	kg/m <sup>3</sup>
8	Beton bertulang <sup>(2)</sup>	2400	kg/m <sup>3</sup>
9	Kayu (kelas 1) <sup>(3)</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>
10	Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1650	kg/m <sup>3</sup>
11	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200	kg/m <sup>3</sup>
12	Pasangan batu cetak	2200	kg/m <sup>3</sup>
13	Pasangan batu karang	1450	kg/m <sup>3</sup>
14	Pasir (kering udara sampai lembab)	1600	kg/m <sup>3</sup>
15	Pasir (jenuh air)	1800	kg/m <sup>3</sup>



**Lanjutan Tabel 3.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan**

No.	Bahan Bangunan	Beban	Satuan
16	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1850	kg/m <sup>3</sup>
17	Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1700	kg/m <sup>3</sup>
18	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2000	kg/m <sup>3</sup>
19	Timah hitam (timbangan)	1140	Kg

Sumber : SNI-1727-1989

**Tabel 3. 2 Berat Sendiri Komponen Gedung**

No.	Komponen Gedung	Beban	Satuan
1	Adukan, per cm tebal : - Dari semen - Dari kapur, semen merah atau tras	21 17	kg/m <sup>3</sup>
2	Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14	kg/m <sup>3</sup>
3	Dinding pasangan bata merah : - Satu batu - Setengah batu	450 250	kg/m <sup>3</sup>
4	Dinding pasangan batako : Berlubang : - Tebal dinding 20 cm (HB 20) - Tebal dinding 10 cm (HB 10) Tanpa lubang : - Tebal dinding 15 cm - Tebal dinding 10 cm	200 120 300 200	kg/m <sup>3</sup>
5	Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk - rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terpadu dari : - Semen asbes (eternity dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4mm - Kaca, dengan tebal 3-4 mm	11 10	kg/m <sup>3</sup>
6	Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m	40	kg/m <sup>3</sup>
7	Penutup atap genting dengan reng dan usuk / kaso per m <sup>2</sup> bidang atap	50	kg/m <sup>3</sup>
8	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk / kaso, per m <sup>2</sup> bidang atap	40	kg/m <sup>3</sup>

**Lanjutan Dari Tabel 3.2 Berat Sendiri Komponen Gedung**

No.	Komponen Gedung	Beban	Satuan
9	Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gording	10	kg/m <sup>3</sup>
10	Penutup lantai dari ubin semen Portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	21	kg/m <sup>3</sup>
11	Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11	kg/m <sup>3</sup>

Sumber : SNI-1727-1989

2. Beban hidup

Beban hidup merupakan semua beban yang muncul atau terjadi akibat penghuni atau penggunaan gedung di dalamnya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang berpindah sehingga dapat mengakibatkan perubahan beban pada lantai atau atap. Berikut adalah beban hidup yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung**

No.	Komponen Gedung	Beban	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam no 2	200	kg/m <sup>3</sup>
2	Lantai tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125	kg/m <sup>3</sup>
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, dan rumah sakit	250	kg/m <sup>3</sup>
4	Lantai ruang olah raga	400	kg/m <sup>3</sup>
5	Lantai dansa	500	kg/m <sup>3</sup>
6	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari yang disebut dalam no 1 s/d 5, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400	kg/m <sup>3</sup>
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500	kg/m <sup>3</sup>
8	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam no 3	300	kg/m <sup>3</sup>
9	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam no 4,5,6 dan 7	500	kg/m <sup>3</sup>

### Lanjutan Dari Tabel 3.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

No.	Komponen Gedung	Beban	Satuan
10	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam no 3,4,5,6 dan 7	250	kg/m <sup>3</sup>
11	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat - alat dan ruang mesin harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri dengan minimum	400	kg/m <sup>3</sup>
12	Lantai gedung parkir bertingkat : - Untuk lantai bawah - Untuk lantai tingkat lainnya	400	kg/m <sup>3</sup>
13	Balkon - balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai yang berbatasan dengan minimum	300	kg/m

Sumber : SNI-1727-1989

Kemudian untuk beban hidup pada atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, menggunakan beban minimum sebesar 100 kg/m<sup>2</sup> bidang datar.

### 3. Beban gempa

Beban gempa merupakan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa.

### 3.3 Ketentuan Umum Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI-1726-2019

Berikut ini merupakan ketentuan-ketentuan dalam perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung berdasarkan SNI-1726-2019.

#### 1. Menentukan kategori risiko bangunan gedung

Pada SNI-1726-1029, kategori risiko pada struktur bangunan dibedakan berdasarkan jenis pemanfaatan bangunan tersebut. Ada 4 kategori berdasarkan jenis pemanfaatan bangunan tersebut dan kaitannya dengan risiko yang ditimbulkan berdasarkan prioritasnya. Berikut adalah kategori risiko bangunan sesuai dengan pemanfaatannya yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3. 4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa**

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul>	III

**Lanjutan Tabel 3.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa**

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	<p>III</p>
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	<p>IV</p>

Sumber : SNI-1726-2019

2. Menentukan faktor keutamaan bangunan

Faktor keutamaan bangunan dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana. Besar nilai faktor keutamaan gempa diambil berdasarkan kategori risiko bangunan. Berikut adalah nilai-nilai faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3. 5 Faktor Keutamaan Gempa**

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI-1726-2019

3. Menentukan klasifikasi situs

Pada SNI-1726-2019 klasifikasi situs dibagi dalam enam jenis tanah. Klasifikasi situs ini digunakan untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perumusan kriteria desain seismik pada suatu bangunan di permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut perlu diklasifikasikan terlebih dahulu. Berikut adalah klasifikasi situs tanah dapat dilihat pada Table 3.6.

**Tabel 3. 6 Klasifikasi Situs**

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/s)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (Batuan Keras)	>1500	N/A	N/A
SB (Batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (Tanah Sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

Lanjutan Dari Tabel 3.6 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/s)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SE (Tanah Lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus,yang Membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$ ) - Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u > 50$ kPa		

Sumber : SNI-1726-2019

Dimana nilai  $\bar{N}$  dan  $\bar{N}_{ch}$  ditentukan dengan perumusan berikut:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i} \quad (3.1)$$

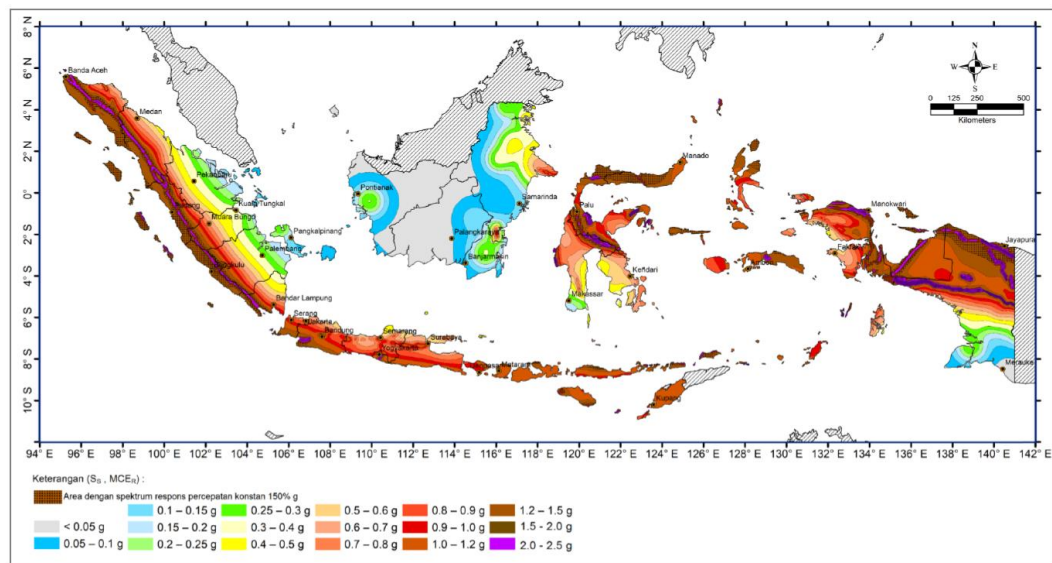
$$\bar{N}_{ch} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i} \quad (3.2)$$

Keterangan:

 $\bar{N}$  = Tahanan standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas $\bar{N}_{ch}$  = Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah nonkohesif dalam lapisan 30 m paling atas $di$  = Tebal suatu lapisan tanah atau batuan di dalam lapisan 30 m paling atas $\bar{N}_i$  = Tahanan penetrasi standar sesuai SNI 4153:2008

#### 4. Penentuan nilai respon spektra

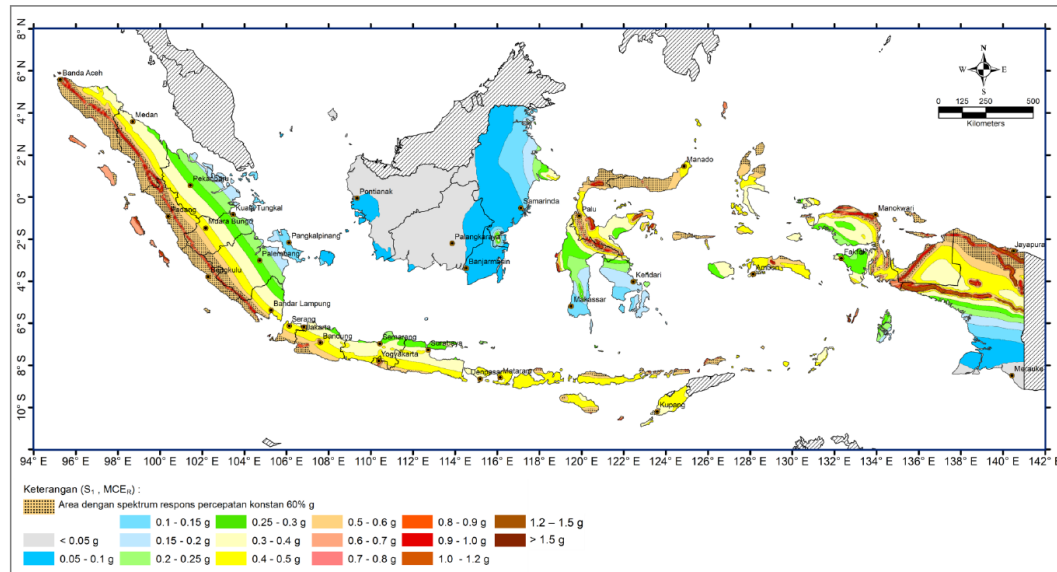
Dalam membuat desain sebuah bangunan gedung, diperlukan penentuan nilai respon spektra pada percepatan periode pendek yaitu 0,2 ( $S_s$ ) dan nilai respon spektra pada percepatan 1 detik ( $S_1$ ). Nilai tersebut dapat ditentukan berdasarkan peta SNI-1726-2019 sesuai dengan wilayah atau tempat bangunan didirikan. Berikut adalah peta spektrum respon percepatan disajikan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



**Gambar 3. 1 Peta Spektrum Respons Percepatan Periode 0,2 Detik ( $S_s$ )**

Sumber : SNI-1726-2019





**Gambar 3. 2 Peta Spektrum Respons Percepatan Periode 1 Detik ( $S_1$ )**

Sumber : SNI-1726-2019

Dalam menentukan parameter respons spektra percepatan gempa di permukaan tanah diperlukan faktor amplifikasi pada periode 0,2 detik ( $F_a$ ) dan periode 1 detik ( $F_v$ ) yang didapatkan dari hubungan percepatan gempa dengan kelas situs. Berikut adalah nilai-nilai koefisien situs  $F_a$  dan koefisien situs  $F_v$  yang dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.

**Tabel 3. 7 Koefisien Situs  $F_a$**

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, $S_s$					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber : SNI-1726-2019

Catatan :

- Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier

- $S_s^{(a)}$  = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

**Tabel 3. 8 Koefisien Situs Fv**

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$					
	$S_1 \leq 0,25$	$S_1 = 0,5$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1,0$	$S_1 = 1,25$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber : SNI-1726-2019

Catatan :

- Untuk nilai-nilai antara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi linier
- $S_s^{(a)}$  = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

Untuk mengetahui parameter respons spektrum percepatan di permukaan tanah pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan parameter respons spektrum percepatan di permukaan tanah pada periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) dapat menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4 berikut.

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (3.3)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (3.4)$$

Keterangan:

$F_a$  = Faktor amplifikasi pada periode pendek,  $T = 0,2$  detik

$F_v$  = Faktor amplifikasi pada periode 1 detik

$S_s$  = Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek,  $T = 0,2$  detik

$S_1$  = Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode 1 detik

Berikutnya nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  digunakan untuk mendapatkan nilai spektral desain untuk periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan spektral desain untuk periode 1 detik ( $S_{D1}$ ) dengan menggunakan Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6 berikut.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3.5)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (3.6)$$

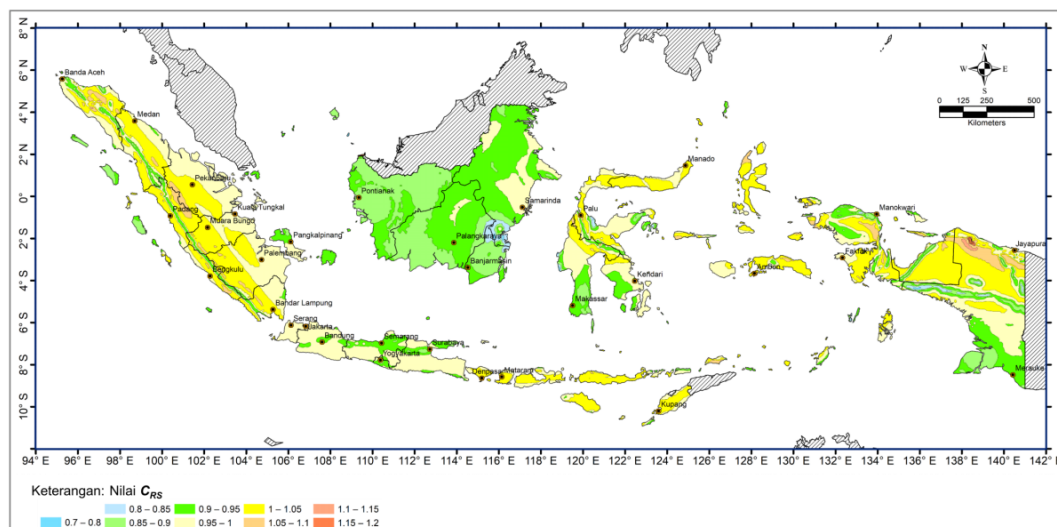
Keterangan:

$S_{MS}$  = Parameter respons spektral MCE para periode pendek

$S_{M1}$  = Parameter respons spektral MCE para periode 1 detik

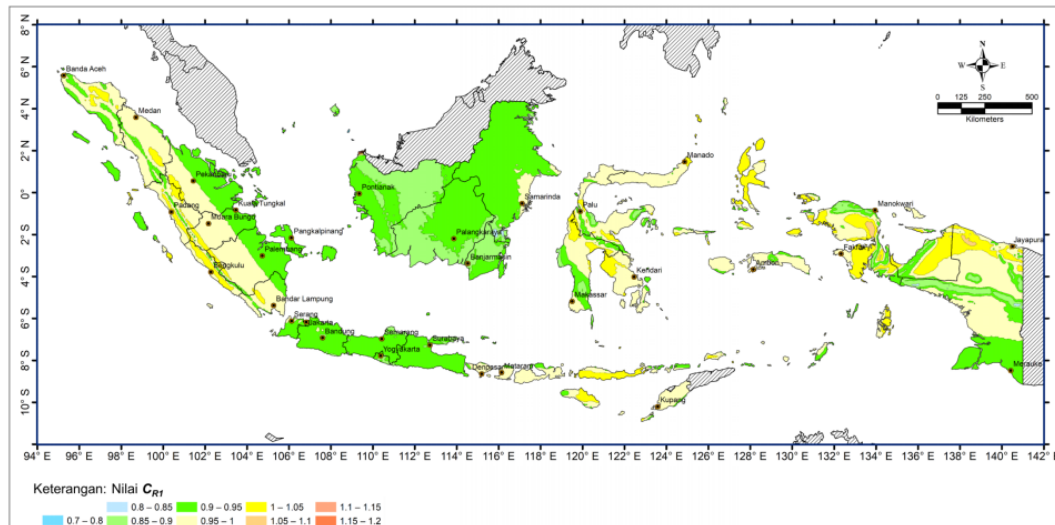
#### 5. Koefisien risiko terpetakan ( $C_{RS}$ dan $C_{R1}$ )

Berdasarkan SNI 1726-2019 diatur mengenai koefisien risiko terpetakan, untuk masing-masing  $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$ .  $C_{RS}$  adalah Koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode pendek. Kemudian  $C_{R1}$  adalah Koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode 1 detik. Nilai  $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$  dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3. 3 Peta Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respon 0,2 Detik ( $C_{RS}$ )**

Sumber : SNI-1726-2019



**Gambar 3. 4** Peta Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respon 1 Detik ( $C_{R1}$ )

Sumber : SNI-1726-2019

#### 6. Kategori desain seismik

Berdasarkan SNI-1726-2019 suatu struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik (KDS) dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut.

- a. Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang memiliki nilai  $S_I \geq 0,75$  harus ditetapkan sebagai kategori desain seismik E.
- b. Struktur dengan kategori risiko IV yang memiliki nilai  $S_I \geq 0,75$  harus ditetapkan sebagai kategori desain seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya ( $S_{DS}$  dan  $S_{DI}$ ) untuk ditentukan berdasarkan pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10 berikut.

**Tabel 3. 9** Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : SNI-1726-2019

**Tabel 3. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik**

Nilai $S_{DI}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DI}$	D	D

Sumber : SNI-1726-2019

7. Definisi kategori desain seismik

a. Kategori desain seismik A dan B

Bangunan dengan kategori seismik A dan seismik B minimal didesain dengan peraturan desain Struktur Momen Pemikul Biasa (SMPMB) ataupun Sistem Dinding Struktur Biasa (SDSB).

b. Kategori desain seismik C

Bangunan dengan kategori desain seismik C minimal didesain dengan peraturan desain Struktur Momen Pemikul Momen Menengah (SRPMM) ataupun Sistem Dinding Biasa (SDSB).

c. Kategori desain seismik D

Bangunan dengan kategori desain seismik D minimal didesain dengan peraturan desain Struktur Momen Pemikul Momen Khusus (SMPMK) ataupun Sistem Dinding Struktur Khusus (SDSK).

d. Kategori desain sesimik E dan F

Bangunan dengan kategori desain sesimik E dan F harus didesain mengikuti peraturan yang diisyaratkan dikategori desain seismik D.

Berikut adalah pembagian kategori desain sesimik sesuai dengan tingkat risiko kegempaan dapat dilihat pada Tabel 3.11.

**Tabel 3. 11 Definisi Syarat Kategori Desain Seismik**

Tingkat Risiko Terhadap Gempa	Kategori Desain Seismik	Syarat Desain Minimal
Rendah	A dan B	SRPM B/M/K SDS B/K
Menengah	C	SRPM M/K SDS B/K
Tinggi	D, E, dan F	SRPMK SDSK

Sumber : SNI-1726-2019

Keterangan:

SRPM = Sistem Rangka Pemikul Momen

SDSK = Sistem Dinding Struktur Khusus

SDS = Sistem Dinding Struktur

B ; M ; K = Biasa ; Menengah ; Khusus

#### 8. Spektrum respon desain

Berdasarkan SNI-1726-2019 diatur apabila spektrum desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum harus dikembangkan dengan mengacu pada Gambar 3.3 dan mengikuti ketentuan berikut.

- a. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan berikut.

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.7)$$

- b. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ .

- c. Untuk periode lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil dari atau sama dengan  $T_L$ , respons spektral percepatan desain  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan berikut.

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3.8)$$

- d. Untuk periode lebih besar dari  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan berikut.

e.  $S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (3.9)$

Keterangan:

$S_{DS}$  = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

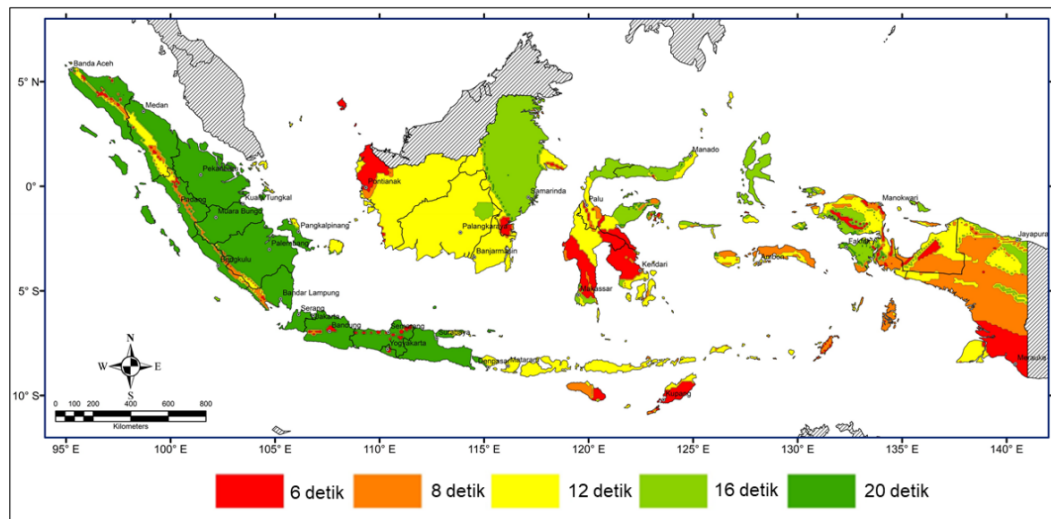
$S_{D1}$  = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

$T$  = Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.10)$$

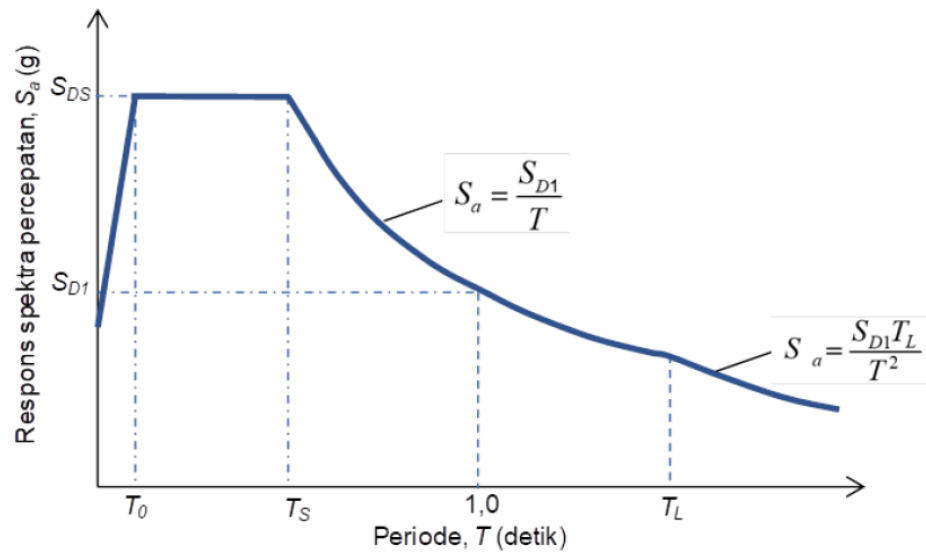
$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.11)$$

$T_L$  = peta transisi periode panjang, nilai ditentukan berdasarkan peta transisi periode panjang  $T_L$  sebagai berikut.



**Gambar 3. 5 Peta Transisi Periode Panjang ( $T_L$ )**

Sumber : SNI-1726-2019



**Gambar 3. 6 Spektrum Respons Desain**

Sumber : SNI-1726-2019

9. Sistem dan parameter struktur

Berdasarkan SNI-1726-1019 pada sistem pemikul gaya seismik yang berbeda diizinkan untuk digunakan menahan gaya seismik di masing-masing arah kedua sumbu orthogonal struktur. Bila sistem yang berbeda digunakan, masing - masing nilai  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  harus diterapka pada setiap sistem, termasuk batasan sistem struktur pada Tabel 3.12 berikut.



Tabel 3. 12 Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi Respons, $R^a$	Faktor Kuat Lebih Sistem $\Omega_0^b$	Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d^c$	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, $h_n$ (m) <sup>d</sup>				
				Kategori Desain Seismik				
				B	C	D	E	F
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
3. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI

Sumber : SNI-1726-2019

Keterangan:

- <sup>a</sup> = Koefisien modifikasi respons,  $R$ , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai  $R$  mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- <sup>b</sup> = Jika nilai pada table faktor kuat lebih  $\Omega_0$ , lebih besar atau sama dengan 2,5,  $\Omega_0$  maka diizinkan untuk direduksi setengah untuk

struktur dengan diafragma fleksibel.

<sup>c</sup> = Faktor pembesar simpangan lateral,  $C_d$ , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0.

<sup>d</sup> = TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.

#### 10. Periode fundamental pendekatan

Nilai periode fundamental struktur (T) dapat diketahui melalui hasil analisis struktur yang ditinjau. Akan tetapi dalam SNI-1726-2019 diatur nilai periode fundamental yang digunakan sebagai perhitungan tidak boleh melebihi dari batas atas periode fundamental pendekatan yang didapatkan dari perkalian antara koefisien periode atas ( $C_u$ ) dari Tabel 3.13 dengan periode pendekatan ( $T_a$ ). sebagai alternative dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur, T, diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan,  $T_a$ . Periode pendekatan ditentukan dari persamaan 3.12 berikut.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (3.12)$$

Keterangan:

$h_n$  merupakan ketinggian struktur bangunan gedung dengan satuan meter diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari Tabel 3.14.

**Tabel 3. 13 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung**

Parameter Percepatan Respons Spektral Desain Pada 1 Detik, $S_{DS}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI-1726-2019

**Tabel 3. 14 Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$** 

<b>Tipe Struktur</b>	<b><math>C_t</math></b>	<b><math>x</math></b>
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
- Rangka baja pemikul momen	0,0772	0,8
- Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber : SNI-1726-2019

#### 11. Gaya geser dasar seismik

Dalam SNI-1726-2019 gaya geser dasar seismik,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan Persamaan 3.13 berikut.

$$V = C_s \times W \quad (3.13)$$

Keterangan:

$V$  = Gaya geser dasar seismik

$C_s$  = Koefisien respons seismik

$W$  = Berat seismik efektif

Untuk nilai koefisien respons seismik ( $C_s$ ) dapat ditentukan dengan Persamaan 3.14 dengan nilainya tidak perlu melebihi nilai yang dihasilkan oleh Persamaan 3.15 dan Persamaan 3.16 dan juga nilai koefisien respons seismik ( $C_s$ ) tidak boleh kurang dari nilai yang dihasilkan oleh persamaan 3.17. Sebagai tambahan, untuk struktur yang berlokasi di daerah dengan nilai  $S_1$  sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, maka  $C_s$  harus tidak kurang dari Persamaan 3.18.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \quad (3.14)$$

Untuk  $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (3.15)$$

Untuk  $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (3.16)$$

$C_s$  tidak boleh kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} \times I_e \geq 0,001 \quad (3.17)$$

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (3.18)$$

## 12. Distribusi vertikal gaya seismik

Pendistribusian gaya seismik lateral ( $F_x$ ) pada setiap lantai dapat ditentukan dengan persamaan 3.19, dengan menggunakan koefisien faktor distribusi vertikal ( $C_{vx}$ ) dengan persamaan 3.20 berikut.

$$F_x = C_{vx} \times V \quad (3.19)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (3.20)$$

Keterangan:

$C_{vx}$  = Faktor distribusi vertikal

$V$  = Gaya lateral desain total atau geser pada dasar struktur (kN)

$w_i$  dan  $w_x$  = Bagian berat seismik efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat  $i$  atau  $x$  (m)

$h_i$  dan  $h_x$  = Tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$  (m)

$k$  = Eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut:

- Untuk struktur dengan  $T \leq 0,5$  detik,  $k = 1$
- Untuk struktur dengan  $T \geq 2,5$  detik,  $k = 2$
- Untuk struktur dengan  $0,5 < T < 2,5$  detik,  $k = 2$  ditentukan dengan interpolasi linear antara 1 dan 2

### 3.4 Analisis Beban Gempa

Gaya geser dasar seismik ialah nilai total dari gaya lateral yang diakibatkan gempa yang diterima oleh bangunan. Pada penelitian ini gaya lateral akibat gempa dihitung dengan metode statik ekuivalen untuk mendapatkan nilai gaya geser dasar statik dan metode respon spektrum untuk mendapatkan gaya geser dasar dinamik. Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1, ada ketentuan yang harus dipenuhi yaitu apabila nilai kombinasi respon untuk gaya geser dasar dinamik kurang dari 100% gaya geser dasar statik, maka gaya geser dasar dinamik perlu dikalikan dengan faktor skala (FS). Nilai faktor skala didapatkan dari persamaan berikut.

$$FS = \frac{V}{V_t} \quad (3.21)$$

Keterangan :

V = Gaya geser statik hasil dari perhitungan statik ekuivalen

V<sub>t</sub> = Gaya geser dinamik dari respon spektrum

### 3.5 Analisis Statik Non-Linear (*Pushover Analysis*)

Utomo (2012) dalam Nugraha (2021) menjelaskan bahwa analisis *pushover* merupakan suatu cara analisis statik non-linear, yang mana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan, yang kemudian menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca elastis yang besar sampai mencapai kondisi plastis.

Metode analisis ini dilakukan dengan cara memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian secara bertahap beban tersebut ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai. Dalam proses analisis *pushover*, struktur didorong sampai mengalami leleh di satu titik atau lebih lokasi pada struktur. Kemudian pada kurva

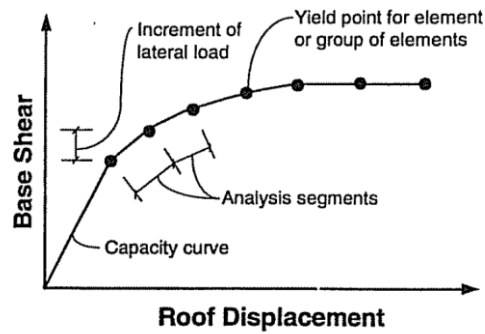
kapasitas dari hasil analisis *pushover* akan memperlihatkan suatu kondisi linear sebelum mencapai kondisi leleh dan berikutnya berperilaku non-linear.

Dewobroto (2006) dalam Muntafi (2008) menjelaskan bahwa analisis *pushover* dapat digunakan sebagai alat bantu perencanaan bangunan tahan gempa, asalkan menyesuaikan dengan keterbatasan yang ada, yaitu:

1. Hasil analisis *pushover* masih berupa satuan pendekatan, dikarenakan bagaimanapun perilaku gempa yang sebenarnya adalah bersifat bolak-balik melalui suatu siklus tertentu, sedangkan sifat pembebanan pada analisis *pushover* adalah statik monotonik.
2. Pemilihan pola beban lateral yang digunakan dalam analisis adalah sangat penting.
3. Untuk membuat model analisis non-linear akan lebih rumit dibandingkan model analisis linear. Analisis non-linear harus memperhitungkan karakteristik inelastik beban deformasi dari elemen-elemen yang penting dan efek  $P-\Delta$ .

### 3.5.1 Kurva Kapasitas

Dalam metode analisis statis *pushover* non-linear didapatkan hasil suatu bentuk kurva yang disebut kurva kapasitas. Nugraha (2021) menjelaskan bahwa kurva kapasitas menggambarkan kekuatan dari struktur yang besarnya sangat tergantung pada kemampuan deformasi dari masing-masing komponen struktur. Kemudian dalam kurva kapasitas memperlihatkan hubungan antara gaya geser dasar (*Base Shear*) dan simpangan atap (*Roof Displacement*). Ilustrasi kurva kapasitas disajikan pada Gambar 3.7.



**Gambar 3. 7 Kurva Kapasitas**

Sumber : ATC-40 Volume I *Figure 8-1* (1996)

1. Konversi kurva kapasitas dalam format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS)

Untuk melakukan perubahan atau konversi kurva kapasitas ke dalam format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS) digunakan suatu persamaan pengubah. Persamaan pengubah yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$PF_1 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g} \right] \quad (3.22)$$

$$\alpha = \frac{[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g]^2}{[\sum_{i=1}^N (w_i / g)] [\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g]} \quad (3.23)$$

$$Sa = \frac{V/W}{\alpha_1} \quad (3.24)$$

$$Sd = \frac{\Delta_{roof}}{PF_1 \phi_{roof,1}} \quad (3.25)$$

Keterangan:

$PF_1$  = faktor partisipasi modal pada mode pertama

$\alpha_1$  = modal koefisien massa pada mode pertama

$w_i/g$  = massa pada tingkat ke-i

$\phi_{i1}$  = amplitud mode-1 pada tingkat ke-i

$V$  = gaya geser dasar

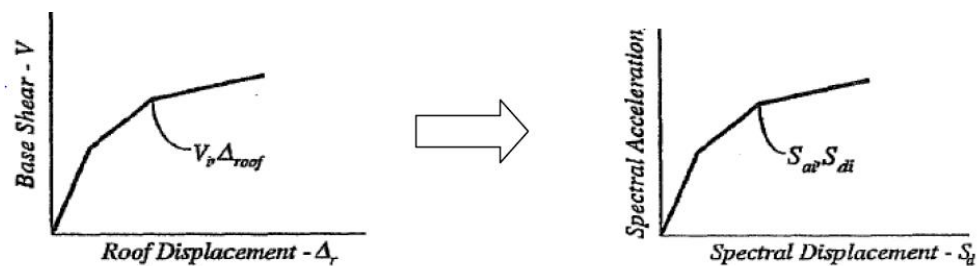
$W$  = berat mati bangunan ditambah beban hidup

$\Delta_{\text{roof}}$  = *roof displacement*

$S_a$  = *Spectral acceleration*

$S_d$  = *Spectral displacement*

Pada proses merubah kurva kapasitas ke format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS) perhitungan pertama yang dilakukan adalah mencari nilai factor partisipasi modal ( $PF_1$ ) dan modal koefisien massa ( $\alpha_1$ ) menggunakan persamaan 3.21 dan 3.22, kemudian setiap poin pada kurva kapasitas,  $V$ ,  $\Delta_{\text{roof}}$  digunakan untuk dikonversikan ke poin *spectral acceleration* ( $S_a$ ) dan *Spectral Displacement* ( $S_d$ ) menggunakan persamaan 3.24 dan 3.25. Berikut adalah modifikasi kurva kapasitas menjadi kurva kapasitas spektrum dengan format ADRS, dapat dilihat pada Gambar 3.8.



- a. Kurva Kapasitas (Format standar)      b. Spektrum Kapasitas (format ADRS)

### Gambar 3. 8 Modifikasi Kurva Kapasitas Menjadi Spektrum Kapasitas Dengan Format ADRS

Sumber : ATC-40 Volume I *Figure 8-5* (1996)

2. Konvensi kurva respon spektrum (*demand spectrum*) ke format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS)

Respon spektrum (*demand spectrum*) perlu dirubah ke format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS) agar dapat dibandingkan dengan kurva kapasitas, sehingga diperlukan persamaan untuk melakukan perubahan. Berikut adalah persamaan pengubah yang digunakan.



$$S_d = \frac{T^2}{4\pi^2} S_a(g) \quad (3.26)$$

Atau

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{S_d}{S_a}} \quad (3.27)$$

Keterangan :

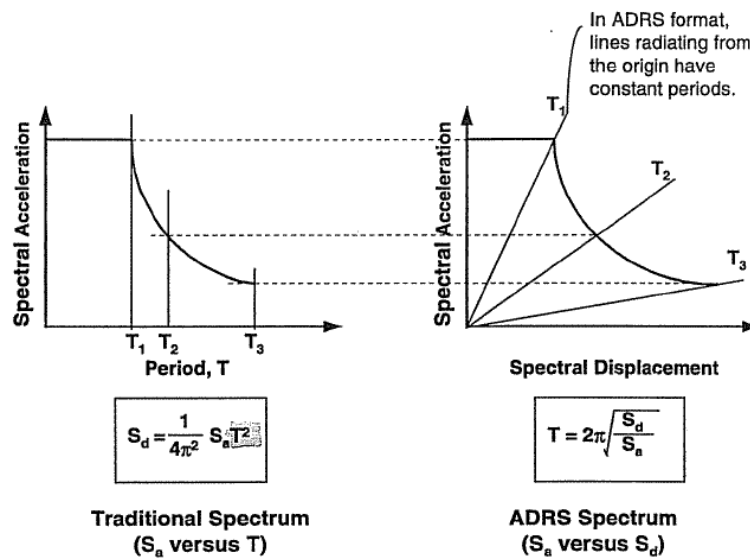
$S_a$  = spektra percepatan (*Spectral acceleration*) (m)

$S_d$  = spektra perpindahan (*Spectral displacement*) (g)

$g$  = percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$T$  = periode getar fundamental (dt)

Berikut adalah perubahan format dari respon spektrum ke format *Acceleration-Displacement Response Spectra* (ADRS), dapat dilihat pada Gambar 3.9.



- a. *Response Spectrum* (Format standar)    b. *Response Spectrum* (format ADRS)

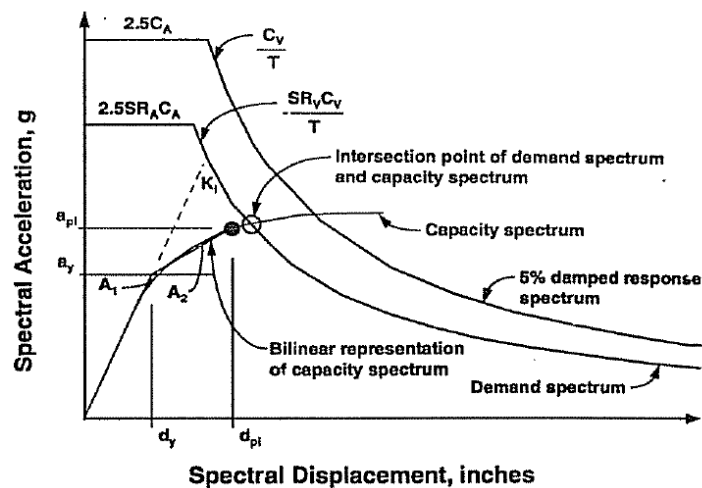
### Gambar 3.9 Modifikasi Format Respon Percepatan Ke Format ADRS

Sumber : ATC-40 Volume I *Figure 8-6* (1996)

#### 3.5.2 Titik kinerja (*Performance Point*)

*Performance point* merupakan titik dimana kurva kapasitas (*capacity curve*) berpotongan dengan kurva respon spektrum (*demand spectrum*) (ATC-40, 1996). Afandi (2010) menjelaskan bahwa pada *performance point* dapat diperoleh

informasi mengenai periode bangunan dan redaman efektif akibat perubahan kekakuan struktur setelah terjadi sendi plastis. Berdasarkan informasi tersebut respon-respon struktur lainnya seperti nilai simpangan tingkat dan posisi sendi plastis dapat diketahui. Berikut adalah ilustrasi *performance point* yang disajikan Gambar 3.10.



**Gambar 3. 10** Penentuan *Performance Point*

Sumber : ATC-40 Volume I *Figure 8-28* (1996)

Nugraha (2021) menjelaskan bahwa titik kinerja (*performance point*) adalah perpotongan antara *capacity spectrum* dan *demand spectrum*, dimana titik kinerja (*performance point*) merupakan representasi dari dua kondisi yaitu;

1. Karena terletak pada spektrum kapasitas, merupakan representasi kekuatan struktur pada suatu nilai perpindahan tertentu, dan
2. Karena terletak pada kurva *demand*, menunjukkan bahwa kekuatan struktur dapat memenuhi *demand* atau kebutuhan beban yang diberikan.

### 3.6 Metode ATC-40

*Applied Technology Council* (ATC-40) merupakan salah satu pedoman yang digunakan dalam menentukan level kinerja suatu bangunan pada saat terjadi gempa. Level kinerja tersebut dilihat berdasarkan kerusakan yang terjadi pada bangunan. Kerusakan-kerusakan yang terjadi dikelompokkan dalam batas-batas

kondisi kerusakan yang diperbolehkan pada bangunan sesuai dengan level kinerja bangunan tersebut. Dalam ATC-40 diatur mengenai standar level kinerja dari struktur bangunan dan juga standar level kinerja dari non-struktur bangunan, gabungan dari level kinerja struktur dan non-struktur bangunan menggambarkan level dari kinerja bangunan secara keseluruhan terhadap gempa.

### 3.6.1 Batasan Deformasi (*Drift*) Metode ATC-40

Pada metode ATC-40 diatur mengenai batasan deformasi (*drift*), deformasi (*drift*) digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap deformasi lateral pada saat *performance point*. Berikut deformasi limit pada berbagai tingkat kinerja berdasarkan ATC-40 (1996), dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut.

**Tabel 3. 15 Deformation Limits**

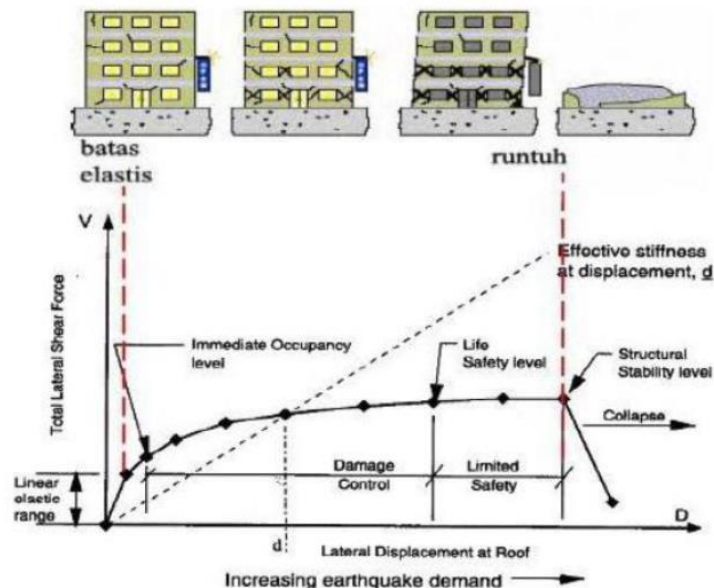
<i>Interstory Drift Limit</i>	<i>Performance Level</i>			
	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
<i>Maximum Total Drift</i>	0,01	0,01 - 0,02	0,02	0,33 $V_1/P_1$
<i>Maximum Inelastic Drift</i>	0,005	0,005 - 0,0015	No Limit	No Limit

Sumber : *Table 11-2 ATC-40 Volume I (1996)*

Pada table 3.15, simpangan total maksimum (*maximum total drift*) merupakan simpangan antar tingkat (*interstory drift*) pada titik kinerjanya (*performance point displacement*) terhadap tinggi total bangunan. Kemudian simpangan inelastik maksimum (*maximum inelastic drift*) merupakan proporsi simpangan total diluar titik leleh efektif.

### 3.6.2 Level Kinerja Struktur Metode ATC-40

Pada metode ATC-40 (1996) terdapat beberapa level atau tingkatan kinerja struktur. Tingkatan kinerja tersebut menggambarkan kondisi batas-batas kerusakan yang diperbolehkan pada bangunan ketika terjadi gempa. Kondisi batas-batas yang dimaksud menggambarkan kerusakan fisik dari bangunan, ancaman keselamatan yang dapat terjadi pada penghuni bangunan, dan penanganan terhadap bangunan pada kondisi pasca terjadi gempa. Ilustrasi keruntuhan gedung dan level kinerja dapat dilihat pada Gambar 3.11.



**Gambar 3. 11 Ilustrasi Keruntuhan Gedung dan Level Kinerjanya**

Sumber : ATC-40 Volume I (1996)

Pada ilustrasi Gambar 3.11, terlihat pada kurva kapasitas terdapat simbol bulatan (●) yang merupakan level kinerja struktur. Level kinerja struktur mewakili kejadian penting pada bangunan selama gempa berlangsung. Kejadian penting tersebut ialah pelepasan pertama pada salah satu elemen struktur dan kerusakan tertentu pada elemen struktur, contohnya adalah kegagalan geser pada kolom hingga keruntuhan total pada sistem.

Berikut adalah level atau tingkatan kinerja struktur bangunan tahan gempa menurut ATC-40, yang disajikan pada Tabel 3.16.

**Tabel 3. 16 Level Kinerja Struktur Berdasarkan ATC-40**

<i>Building Performance Levels</i>						
<i>Nonstructural Performance Levels</i>	<i>Structure Performance Levels</i>					
	<i>SP-1 Immediate Occupancy</i>	<i>SP-2 Damage Control</i>	<i>SP-3 Life Safety</i>	<i>SP-4 Limited Safety (Range)</i>	<i>SP-5 Structural Stability</i>	<i>SP-6 Not Considered</i>
<i>NP-A Operational</i>	<i>1-A Operational</i>	<i>2-A</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>
<i>NP-B Immediate Occupancy</i>	<i>1-B Immediate Occupancy</i>	<i>2-B</i>	<i>3-B</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>
<i>NP-C Life Safety</i>	<i>1-C</i>	<i>2-C</i>	<i>3-C Life Safety</i>	<i>4-C</i>	<i>5-C</i>	<i>6-C</i>
<i>NP-D Hazard Reduced</i>	<i>NR</i>	<i>2-D</i>	<i>3-D</i>	<i>4-D</i>	<i>5-D</i>	<i>6-D</i>
<i>NP-E Not Considered</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>3-E</i>	<i>4-E</i>	<i>5-E Structural Stability</i>	<i>Not Applicable</i>

Sumber : ATC-40 Volume I (1996)

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai kinerja struktur menurut ATC-40, yang dapat dilihat pada Tabel 3.17.

**Tabel 3. 17 Tingkat Kinerja dan Kondisi Bangunan Pasca Terjadi Gempa**

Tingkat Kinerja	Kondisi Bangunan Pasca Gempa	Kategori Bangunan
SP-1 <i>Immediate Occupancy (IO)</i>	Bangunan aman ketika terjadi gempa, risiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti dan dapat segera difungsikan kembali	Struktur bangunan yang mutlak difungsikan sebagai fasilitas penyelamat, penyimpanan barang berbahaya atau struktur bangunan yang dapat mempengaruhi ekonomi nasional. Sebagai contoh: gudang bahan bakar atau bahan berbahaya, rumah sakit.

**Lanjutan Tabel 3.17 Tingkat Kinerja dan Kondisi Bangunan Pasca Terjadi Gempa**

Tingkat Kinerja	Kondisi Bangunan Pasca Gempa	Kategori Bangunan
<i>SP-2 Damage Control (DC)</i>	Transisi antara SP-1 dan SP-3. Bangunan masih mampu menahan gempa yang terjadi, risiko korban jiwa manusia sangat rendah.	Struktur untuk bangunan bersejarah, bangunan yang menjadi tempat penyimpanan barang-barang berharga.
<i>SP-3 Life Safety</i>	Bangunan mengalami kerusakan tetapi tidak diperkenankan mengalami keruntuhan yang menyebabkan korban jiwa (korban jiwa sangat rendah). Setelah terjadi gempa, maka bangunan dapat difungsikan kembali setelah dilakukan perbaikan komponen yang mengalami kerusakan baik struktural maupun non-struktural.	Fasilitas-fasilitas umum, gedung perkantoran, perumahan dan lain sebagainya.
<i>SP-4 Limited Safety</i>	Transisi antara SP-3 dan SP-4. Bukan merupakan tingkatan serta tidak memperhitungkan aspek ekonomis dalam melakukan perbaikan pasca terjadi gempa.	-

**Lanjutan Tabel 3.17 Tingkat Kinerja dan Kondisi Bangunan Pasca Terjadi Gempa**

Tingkat Kinerja	Kondisi Bangunan Pasca Gempa	Kategori Bangunan
SP-5 <i>Structural Stability (SS)</i>	Struktur mengalami kerusakan pasca terjadi gempa hingga diambang keruntuhan total maupun parsial. Komponen struktur penahan beban gravitasi masih bekerja meskipun kestabilannya sudah diambang keruntuhan.	-
SP-6 <i>Not Considered</i>	Bukan merupakan tingkatan kinerja struktur tetapi hanya untuk melakukan evaluasi seismik non-struktural atau retrofit.	-

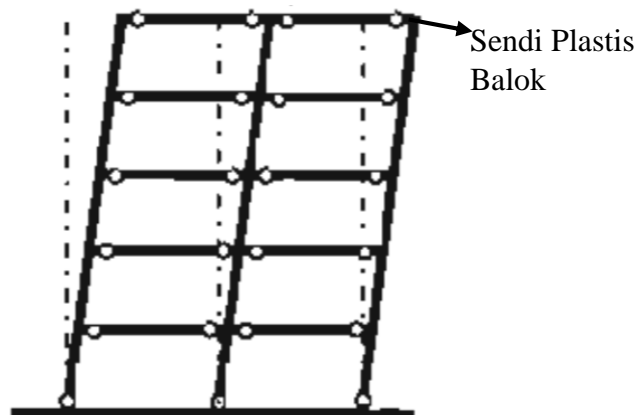
Sumber : BAB 3.2 ATC-40 Volume I (1996)

### 3.7 Mekanisme Keruntuhan

#### 3.7.1 Mekanisme Keruntuhan Berdasarkan ATC-40

Berdasarkan ATC-40 terdapat dua tipe mekanisme keruntuhan yang dapat terjadi pada analisis statik. Mekanisme tersebut adalah *beam sway mechanism* dan *column sway mechanism*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

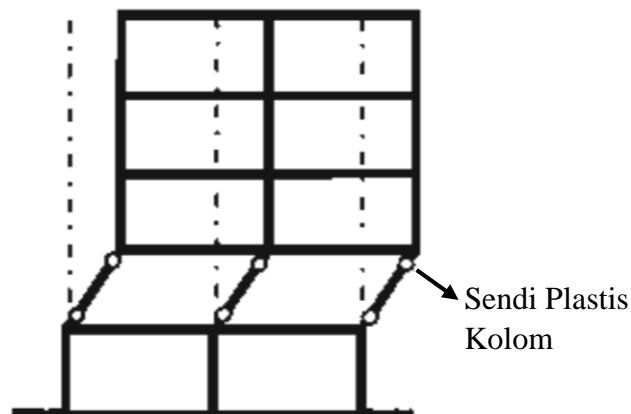
1. *Beam sway mechanism*, pada mekanisme ini pembentukan sendi plastis terjadi pada ujung-ujung elemen balok (Gambar 3.12).



**Gambar 3. 12 Mekanisme Keruntuhan *Beam Sway Mechanism***

Sumber: ATC-40 Volume I *Figure 9-4* (1996)

2. *Column sway mechanism*, pada mekanisme ini pembentukan sendi plastis terjadi pada ujung-ujung elemen kolom (Gambar 3.13).



**Gambar 3. 13 Mekanisme Keruntuhan *Column Sway Mechanism***

Sumber: ATC-40 Volume I *Figure 9-4* (1996)

Syahira (2023) Menjelaskan dalam perencanaannya, mekanisme keruntuhan yang diharapkan adalah *beam sway mechanism*. Hal ini dikarenakan beberapa alasan yaitu sebagai berikut:

1. Pada *beam sway mechanism*, jumlah sendi plastis terbentuk dalam banyak elemen sehingga energi yang dipancarkan semakin banyak pula,

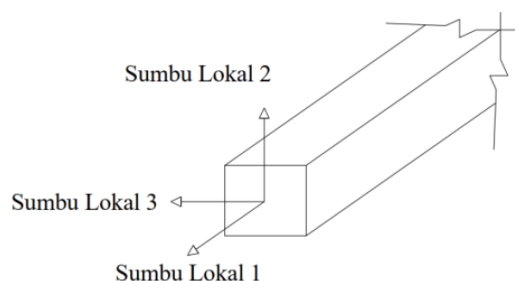


2. Pada *column sway mechanism*, sendi plastis hanya akan terbentuk pada ujung-ujung kolom pada lantai satu saja, sehingga pemancaran energi hanya terjadi pada sejumlah kecil elemen, dan
3. Daktilitas kurvatur yang harus dipenuhi oleh balok pada umumnya jauh lebih mudah dipenuhi daripada kolom yang sering kali memiliki daktilitas yang terbatas akibat besarnya gaya aksial tekan yang bekerja.

### 3.7.2 Sendi Plastis (*Hinge*)

Marianda (2016) menjelaskan struktur gedung apabila menerima beban pada tingkatan tertentu akan terjadi sendi plastis (*hinge*) pada balok dan kolom, sendi plastis tersebut merupakan bentuk ketidakmampuan elemen struktur (balok dan kolom) menahan gaya dalam. Perencanaan suatu bangunan harus sesuai dengan konsep desain *strong column weak beam*, dimana kolom didesain lebih kuat daripada balok. apabila terjadi suatu keruntuhan struktur, maka yang akan runtuh lebih awal adalah balok bukan kolom, hal ini dilakukan untuk menghindari struktur bangunan yang langsung hancur secara keseluruhan.

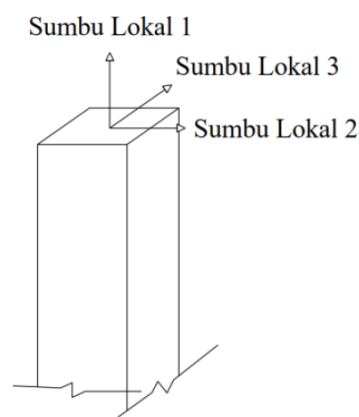
Pada analisis *pushover* tipe sendi yang digunakan pada balok dimasukkan pada penampang daerah tumpuan balok, yang mana merupakan lokasi sendi diharapkan terjadi. Pada balok tipe sendi menggunakan sendi M3, yang berarti balok efektif menahan momen dalam arah sumbu kuat (sumbu lokal-3). Berikut adalah ilustrasi posisi sumbu lokal pada balok struktur dapat dilihat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3. 14 Posisi Sumbu Lokal Balok Struktur**

Sumber : Dewobroto (2006)

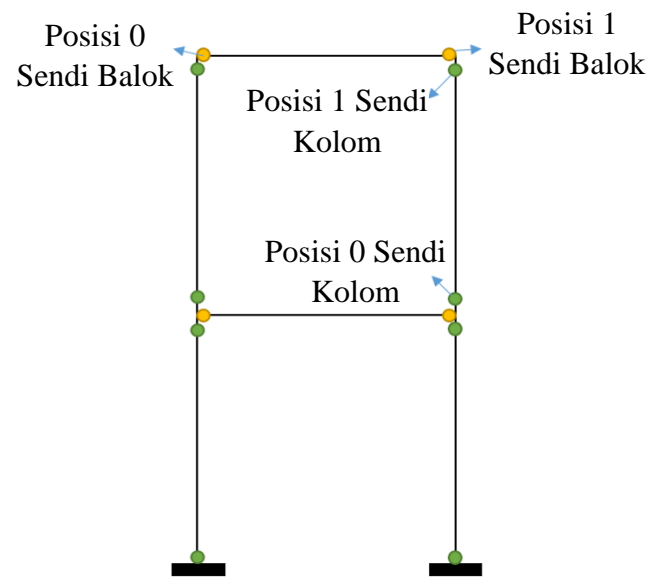
Kemudian untuk kolom tipe sendi yang digunakan adalah tipe sendi P-M2-M3, yang berarti sendi plastis terjadi akibat interaksi gaya aksial ( $P$ ) dan momen ( $M$ ) pada sumbu lokal 2 dan 3. Dalam penelitian ini, kolom yang digunakan berbentuk persegi dengan tulangan kolom yang tersebar pada keempat sisinya secara merata, sehingga setiap kolom bangunan ditinjau memiliki momen sumbu lokal 2 dan lokal 3 dengan besar kapasitas momen yang sama. Berikut adalah ilustrasi posisi sumbu lokal pada kolom struktur dapat dilihat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3. 15 Posisi Sumbu Lokal Kolom Struktur**

Sumber : Dewobroto (2006)

Posisi peletakan sendi plastis pada balok terletak pada ujung-ujung tepi panjang bersih balok. Posisi 0 menyatakan posisi awal dari panjang bersih dari balok, kemudian posisi 1 menyatakan posisi akhir dari panjang bersih dari balok. Berikutnya pada kolom peletakan sendi plastis juga sama, yaitu pada ujung-ujung panjang bersih kolom. Posisi 0 menyatakan posisi awal dari panjang bersih kolom, kemudian pada posisi 1 menyatakan posisi akhir dari panjang bersih kolom. Posisi peletakan sendi plastis secara lebih detail disajikan pada Gambar 3.16.

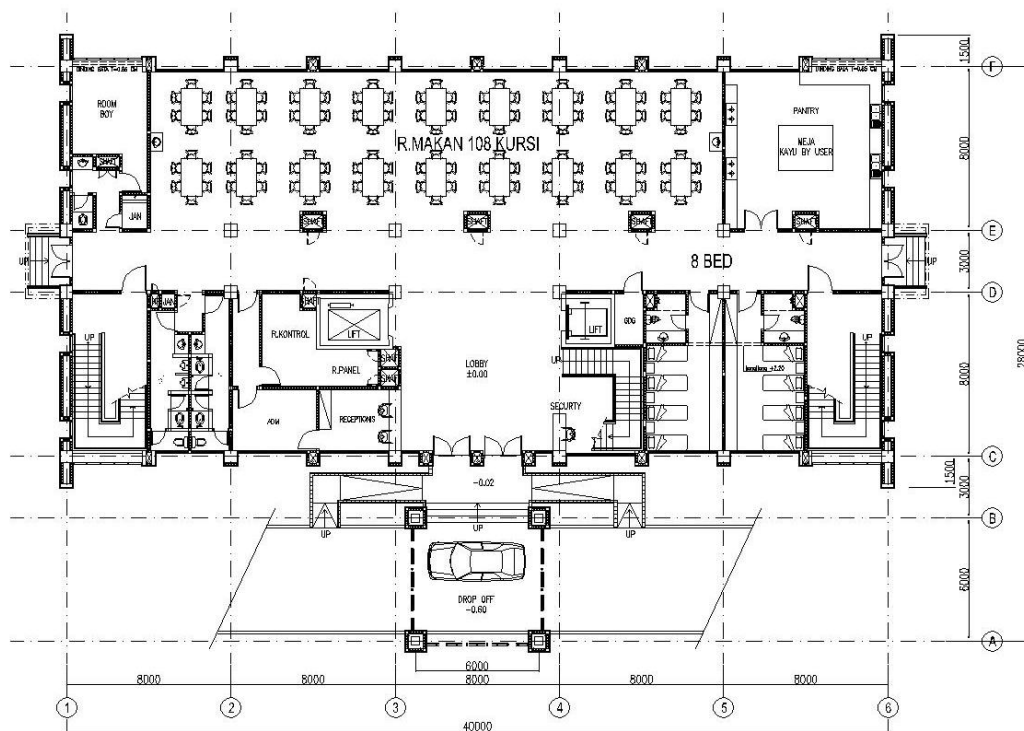


**Gambar 3. 16 Peletakan Sendi Plastis (*Plastic Hinge*) Pada Balok dan Kolom**

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

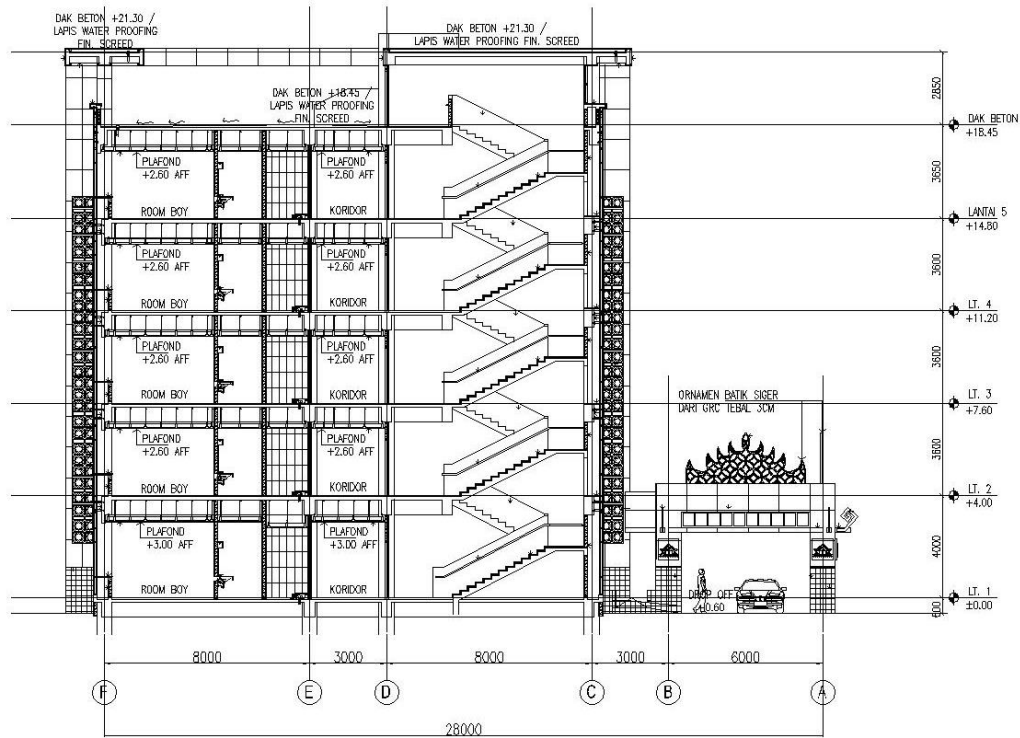
### 4.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini objek yang dianalisis ialah Gedung Multazam yang berada dalam kawasan asrama Haji Provinsi Lampung. gedung tersebut memiliki tingkatan sebanyak 5 lantai dengan tinggi total bangunan yaitu 21,3 m. Denah gedung dan potongan gedung dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4. 1 Denah Lantai 1 Bangunan Gedung Multazam**

Sumber : Data Shop Drawing 2018



**Gambar 4. 2 Denah Potongan Bangunan Gedung Multazam**

Sumber : Data *Shop Drawing* 2018

## 4.2 Data Bangunan

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data *Shop Drawing* data tersebut didapat dari PT. Pandu Persada selaku konsultan perencana proyek. Data yang didapat dari *Shop Drawing* adalah sebagai berikut.

1. Mutu beton
  - a.  $f'c$  = 25 MPa
  - b. Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) =  $4700 \cdot \sqrt{f'c} = 23500$  MPa
2. Mutu baja tulangan
  - a. Untuk baja dengan diameter  $\geq 10$  mm menggunakan baja dengan BJTD 40, dengan  $F_y = 400$  N/mm<sup>2</sup>
  - b. Untuk baja dengan diameter = 12 mm menggunakan baja dengan BJTP 24, dengan  $F_y = 240$  N/mm<sup>2</sup>

### 3. Dimensi elemen struktur

#### a. Kolom

Berikut ini adalah dimensi tiap tipe kolom dari bangunan gedung yang disajikan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1 Dimensi dan Tipe Kolom**

No.	Lantai	Tipe Kolom	Dimensi (mm)	Jumlah Tulangan
1	Lantai 1	K1	600 x 600	16 D25
2		K2	600 x 600	16 D25
3		K3	Bentuk L	8 D22
4		K4	150 x 750	8 D19
5		K5	150 x 750	8 D16
6		K7	450 x 450	8 D19
7	Lantai 2	K1	600 x 600	16 D25
8		K2	600 x 600	16 D25
9		K3	Bentuk L	8 D22
10		K4	150 x 750	8 D19
11		K5	150 x 750	8 D16
12	Lantai 3	K1	550 x 550	14 D25
13		K2	550 x 550	14 D25
14		K3	Bentuk L	8 D22
15		K4	150 x 750	8 D19
16		K5	150 x 750	8 D16
17	Lantai 4	K1	550 x 550	14 D25
18		K2	550 x 550	14 D25
19		K3	Bentuk L	8 D19
20		K4	150 x 750	8 D16
21		K5	150 x 750	8 D16
22	Lantai 5	K1	500 x 500	12 D22
23		K2	500 x 500	12 D22
24		K3	Bentuk L	8 D19
25		K4	150 x 750	8 D16
26	Lantai Atap	K1	500 x 500	12 D22
27		K3	Bentuk L	8 D19
28		K4	150 x 750	8 D16
29		K6	300 x 400	8 D16

Sumber : Data Shop Drawing 2018

## b. Balok

Berikut dimensi tiap balok sesuai tipe dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2 Dimensi dan Tipe Balok**

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
1	Lantai 2	B2-1	350 x 700	Atas	7 D22	Atas	4 D22
				Tengah	4 D12	Tengah	4 D22
				Bawah	4 D22	Bawah	6 D22
2		B2-2	350 x 550	Atas	7 D22	Atas	4 D22
				Tengah	2 D12	Tengah	2 D22
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22
3		B2-3	250 x 550	Atas	5 D19	Atas	3 D19
	Tengah			2 D10	Tengah	2 D10	
	Bawah			3 D19	Bawah	5 D19	
4	B2-4	250 x 400	Atas	5 D19	Atas	3 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16	
5	B2-5	300 x 650	Atas	6 D19	Atas	4 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	4 D19	Bawah	6 D19	
6	B2-6	250 x 450	Atas	4 D22	Atas	4 D22	
			Tengah	2 D22	Tengah	2 D22	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
7	B2-7	250 x 450	Atas	5 D19	Atas	5 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	

Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
8		B2-8	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	2 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	2 D16	Bawah	3 D16
9		B2-9	250 x 400	Atas	4 D19	Atas	4 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19
10		B2-10	300 x 600	Atas	4 D19 + 2 D16	Atas	4 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19 + 2 D16
11		B2-11	250 x 450	Atas	6 D16	Atas	3 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D16	Bawah	5 D16
12		B2-12	250 x 450	Atas	6 D22	Atas	6 D22
	Tengah			2 D12	Tengah	2 D12	
	Bawah			3 D19	Bawah	3 D19	
13	B2-13	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	3 D16	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	3 D16	Bawah	3 D16	
14	Lantai 3	B3-1	350 x 700	Atas	7 D22	Atas	4 D22
				Tengah	4 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	6 D22



Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
15		B3-2	350 x 550	Atas	7 D22	Atas	4 D12
				Tengah	2 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22
16		B3-3	250 x 550	Atas	5 D19	Atas	3 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D19	Bawah	5 D19
17		B3-4	250 x 400	Atas	5 D19	Atas	3 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16
18	B3-5	300 x 650	Atas	6 D19	Atas	4 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	4 D19	Bawah	6 D19	
19	B3-6	250 x 450	Atas	4 D22	Atas	4 D22	
			Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
20	B3-7	250 x 450	Atas	5 D19	Atas	5 D19	
			Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
21	B3-8	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	2 D16	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	2 D16	Bawah	3 D16	
22	B3-9	250 x 400	Atas	4 D19	Atas	4 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	

Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19
23	Lantai 4	B4-1	350 x 700	Atas	7 D22	Atas	4 D22
				Tengah	4 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	6 D22
24		B4-2	350 x 550	Atas	7 D22	Atas	4 D12
				Tengah	2 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22
25		B4-3	250 x 550	Atas	5 D19	Atas	3 D19
	Tengah			2 D10	Tengah	2 D10	
	Bawah			3 D19	Bawah	5 D19	
26	B4-4	250 x 400	Atas	5 D19	Atas	3 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16	
27	B4-5	300 x 650	Atas	6 D19	Atas	4 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	4 D19	Bawah	6 D19	
28	B4-6	250 x 450	Atas	4 D22	Atas	4 D22	
			Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
29	B4-7	250 x 450	Atas	5 D19	Atas	5 D19	
			Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
			Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	

Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
30		B4-8	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	2 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	2 D16	Bawah	3 D16
31		B4-9	250 x 400	Atas	4 D19	Atas	4 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19
32	Lantai 5	B5-1	350 x 700	Atas	7 D22	Atas	4 D22
				Tengah	4 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	6 D22
33		B5-2	350 x 550	Atas	7 D22	Atas	4 D12
				Tengah	2 D12	Tengah	4 D12
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22
34		B5-3	250 x 550	Atas	5 D19	Atas	3 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D19	Bawah	5 D19
35		B5-4	250 x 400	Atas	5 D19	Atas	3 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16
36	B5-5	300 x 650	Atas	6 D19	Atas	4 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	4 D19	Bawah	6 D19	
37	B5-6	250 x 450	Atas	4 D22	Atas	4 D22	
			Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	

Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan		
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	
38	Lantai Atap	B5-7	250 x 450	Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
				Atas	5 D19	Atas	5 D19	
				Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19	
39		B5-8	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	2 D16	
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
				Bawah	2 D16	Bawah	3 D16	
40		B5-9	250 x 400	Atas	4 D19	Atas	4 D19	
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19	
41		Lantai Atap	B6-1	350 x 700	Atas	6 D22	Atas	4 D22
					Tengah	4 D12	Tengah	4 D12
	Bawah				4 D22	Bawah	6 D22	
42	B6-2		350 x 550	Atas	6 D22	Atas	4 D22	
				Tengah	2 D12	Tengah	2 D12	
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22	
43	B6-3		250 x 550	Atas	5 D19	Atas	3 D19	
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16	
44	B6-4		250 x 400	Atas	5 D19	Atas	3 D19	
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19 + 2 D16	

Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
45		B6-5	300 x 650	Atas	4 D22 + 2 D19	Atas	4 D22
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D22	Bawah	4 D22 + 2 D19
46		B6-6	250 x 450	Atas	3 D22	Atas	3 D22
				Tengah	2 D12	Tengah	2 D12
				Bawah	3 D19	Bawah	3 D19
47		B6-7	250 x 400	Atas	4 D19	Atas	4 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	4 D19
48	B6-8	350 x 700	Atas	7 D22	Atas	4 D22	
			Tengah	4 D12	Tengah	4 D12	
			Bawah	4 D22	Bawah	7 D22	
49	B6-9	250 x 450	Atas	5 D19	Atas	5 D19	
			Tengah	2 D10	Tengah	2 D10	
			Bawah	5 D19	Bawah	5 D19	
50	Atap	BDA-1	300 x 650	Atas	6 D19	Atas	4 D19
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	6 D19
51		BDA-2	250 x 500	Atas	5 D16	Atas	3 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	3 D16	Bawah	5 D16

**Lanjutan Dari Tabel 4.2 Dimensi dan Tipe Balok**

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
52		BDA-3	200 x 400	Atas	3 D16	Atas	2 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	2 D16	Bawah	3 D16
53		BDA-4	250 x 400	Atas	4 D16	Atas	4 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D16	Bawah	4 D16
54		BDA-5	250 x 500	Atas	3 D19 + 2 D16	Atas	3 D19 + 2 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
55		BDA-6	150 x 550	Bawah	3 D16	Bawah	3 D16
	Atas			2 D16	Atas	2 D16	
	Tengah			4 D10	Tengah	4 D10	
	Bawah			2 D16	Bawah	2 D16	

Sumber : Data *Shop Drawing* 2018

c. *Sloof*

Berikut dimensi tiap pelat sesuai tipe dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4. 3 Dimensi dan Tipe Sloof**

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
1	Lantai 1	SL-1	350 x 600	Atas	6 D22	Atas	6 D22
				Tengah	2 D12	Tengah	2 D12
				Bawah	6 D22	Bawah	6 D22

**Lanjutan Dari Tabel 4.3 Dimensi dan Tipe Sloof**

No.	Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tumpuan		Lapangan	
				Latak Tulangan	Jumlah Tulangan	Latak Tulangan	Jumlah Tulangan
2		SL-2	300 x 500	Atas	4 D19	Atas	5 D22
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D19	Bawah	5 D22
3		SL-3	250 x 450	Atas	4 D16	Atas	4 D16
				Tengah	2 D10	Tengah	2 D10
				Bawah	4 D16	Bawah	4 D16

Sumber : Data *Shop Drawing* 2018

d. Pelat

Berikut dimensi tiap pelat sesuai tipe dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4. 4 Tebal dan Tipe Pelat**

No.	Lantai	Tipe pelat	Tebal (mm)
1	Lantai 2	Lantai A	120
2		Lantai B	100
3	Lantai 3	Lantai A	120
4		Lantai B	100
5	Lantai 4	Lantai A	120
6		Lantai B	100
7	Lantai 5	Lantai A	120
8		Lantai B	100
9	Lantai Atap	Lantai A	120
10		Lantai B	100
11	Atap	Lantai B	100

Sumber : Data *Shop Drawing* 2018

4. Data penyelidikan tanah

Berikut ini adalah data hasil pengujian penetrasi standar SPT (*Standard Penetration Test*) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5 Hasil Pengujian SPT (Standard Penetration Test)**

No. BH	Kedalaman (m)	SPT
BH - 1	0,00 – 4,50	23
	4,50 – 6,00	60
	6,00 – 7,00	60
	7,00 – 13,00	51
	13,00 – 16,00	60
	16,00 – 20,00	60
	22,00 – 25,00	60
	25,00 – 30,00	60
BH - 2	0,00 – 3,50	6
	3,50 – 5,00	17
	5,00 – 8,00	46
	8,00 – 9,50	56
	9,50 – 12,00	60
	12,00 – 30,00	60
BH-3	0,00 – 5,50	12
	5,50 – 10,00	60
	10,00 – 19,00	60
	19,00 – 26,00	60
	26,00 – 30,00	60
BH-4	0,00 – 1,00	10
	1,00 – 2,50	10
	2,50 – 4,50	60
	4,50 – 5,00	48



**Lanjutan Dari Tabel 4.5 Hasil Pengujian SPT (*Standard Penetration Test*)**

No. BH	Kedalaman (m)	SPT
	5,00 – 6,50	54
	6,50 – 12,00	60
	12,00 – 13,00	60
	13,00 – 30,00	60

Sumber : Laporan Faktual Penyelidikan Tanah Lapangan Perencanaan Pembangunan Asrama Haji Bandar Lampung

### 4.3 Program Yang Digunakan

Pada penelitian ini digunakan program untuk membantu dalam proses pelaksanaan penelitian dengan tujuan guna mempermudah menyelesaikan masalah. Berikut adalah program yang digunakan dalam penelitian ini.

1. ETABS, program ini akan digunakan sebagai alat pemodelan dari struktur bangunan dan digunakan dalam analisis dari struktur bangunan.
2. Microsoft Excel, program ini akan digunakan untuk menghitung dan menganalisis data hasil *output* yang didapat dari ETABS.
3. Autocad, program ini akan digunakan untuk membuka file dari *shop drawing* bangunan gedung.

### 4.4 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur

Pada tahapan studi literatur dilakukan dengan mencari informasi dari berbagai sumber. Sumber yang diambil berasal dari jurnal, tugas akhir, dan buku-buku yang berkaitan dengan analisis statik non-linear *pushover* dan cara menentukan

level kinerja struktur bangunan ketika gempa berdasarkan (*Applied Technology Council*) ATC-40 *Seismic Evaluation and retrofit of Concrete Buildings*.

2. Pengumpulan data

Pada pelaksanaan tugas akhir ini data yang dipergunakan berupa data *Shop Drawing* bangunan Gedung Multazam yang berada dalam kawasan asrama Haji Provinsi Lampung, data penyelidikan dari dari pengujian penetrasi standar SPT (*Standard Penetration Test*). Data-data tersebut akan digunakan pada saat pemodelan bangunan dalam bentuk 3D menggunakan program ETABS yang kemudian akan dilakukan analisis.

3. Pemodelan 3D

Tahap pemodelan bangunan secara 3D dibuat dengan menggunakan program ETABS. Bagian bangunan yang dimodelkan hanya pada struktur bangunan, yaitu bagian kolom, pelat dan balok. Sehingga pemodelan bangunan berupa portal *open frame*.

4. Perhitungan pembebanan

Perhitungan pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, berikutnya masing-masing beban di input satu per satu ke dalam program ETABS. Beban-beban yang bekerja pada struktur berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

5. Analisis beban gempa

Analisis beban gempa dilakukan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1, apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_{dinamik}$ ) kurang dari 100% dari gaya geser ( $V_{statik}$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut perlu dikalikan dengan  $V_{statik}/V_{dinamik}$ .

6. Pendefinisian sendi plastis (*hinges*) pada kolom dan balok

Setelah melakukan pemodelan dan penginputan beban pada program ETABS, berikutnya dilakukan pendefinisian sendi plastis (*hinges*) pada balok dan kolom. Peletakan sendi plastis (*hinges*) diletakkan pada ujung-ujung tepi panjang bersih baik pada balok maupun kolom.

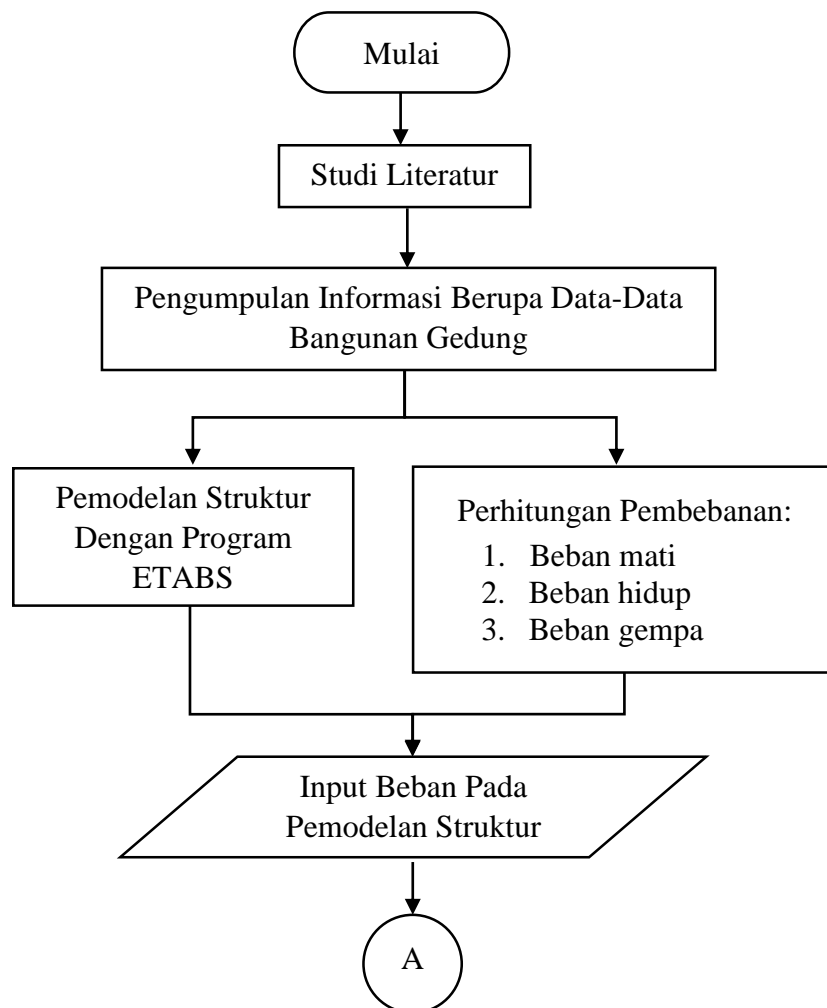
7. Analisis statik *pushover*

Pada analisis statik *pushover* dilakukan dengan berpedoman pada (*Applied Technology Council*) ATC-40 *Seismic Evaluation and retrofit of Concrete Buildings*. Analisis statik *pushover* dilakukan dengan bantuan program ETABS. Hasil dari analisis statik *pushover* yaitu berupa nilai *drift*, *displacement*, dan kurva kapasitas. Kemudian nilai dari hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan *performance point* dan level kinerja dari bangunan.

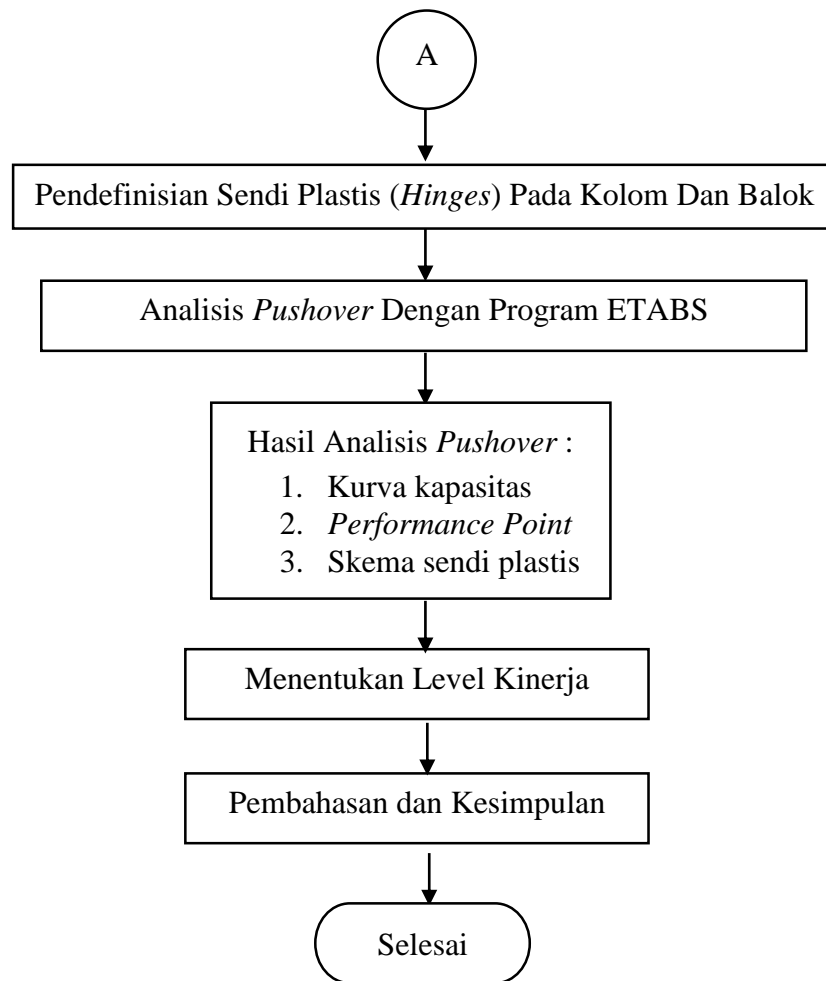
#### 8. Membuat kesimpulan

Pada tahapan ini dibuat kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

Untuk lebih jelasnya mengenai tahapan penelitian di atas, dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian**

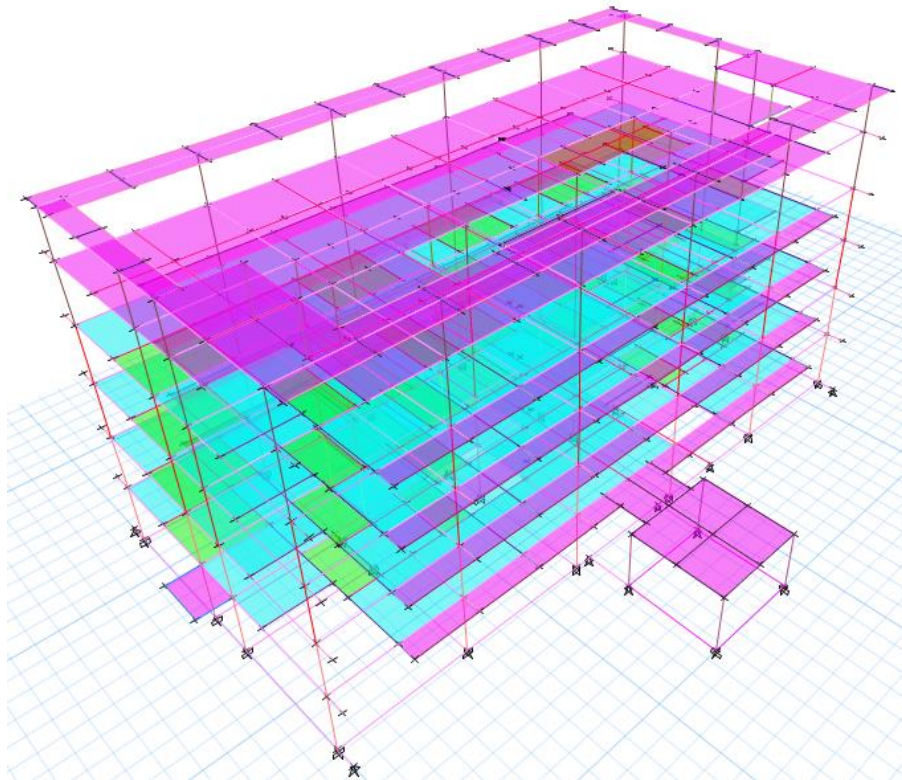


Lanjutan Gambar 4.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

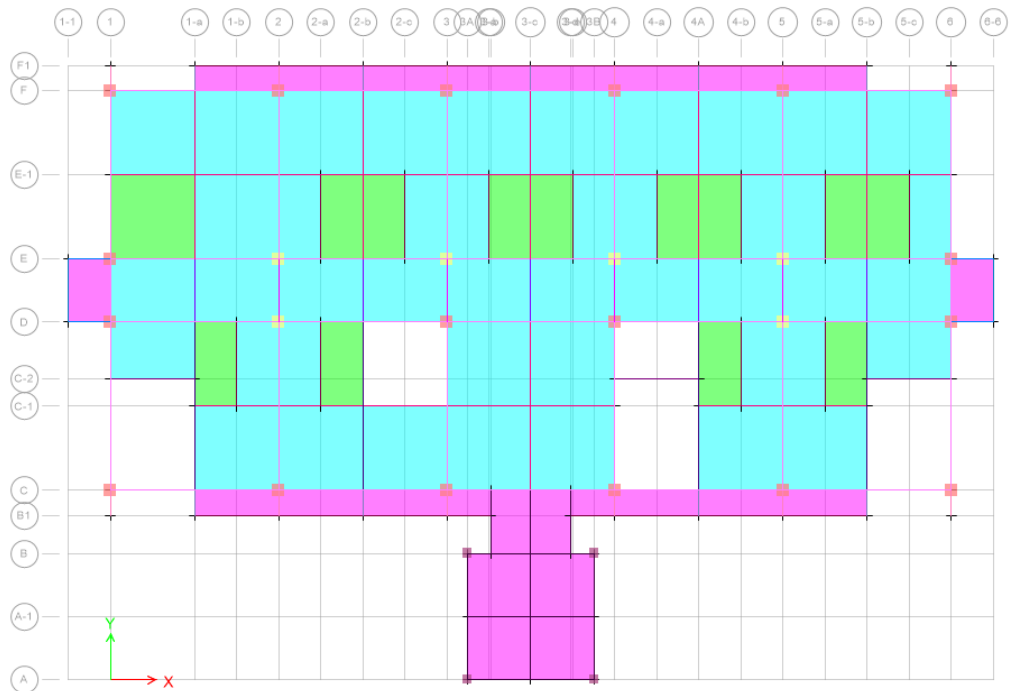
## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pemodelan Struktur

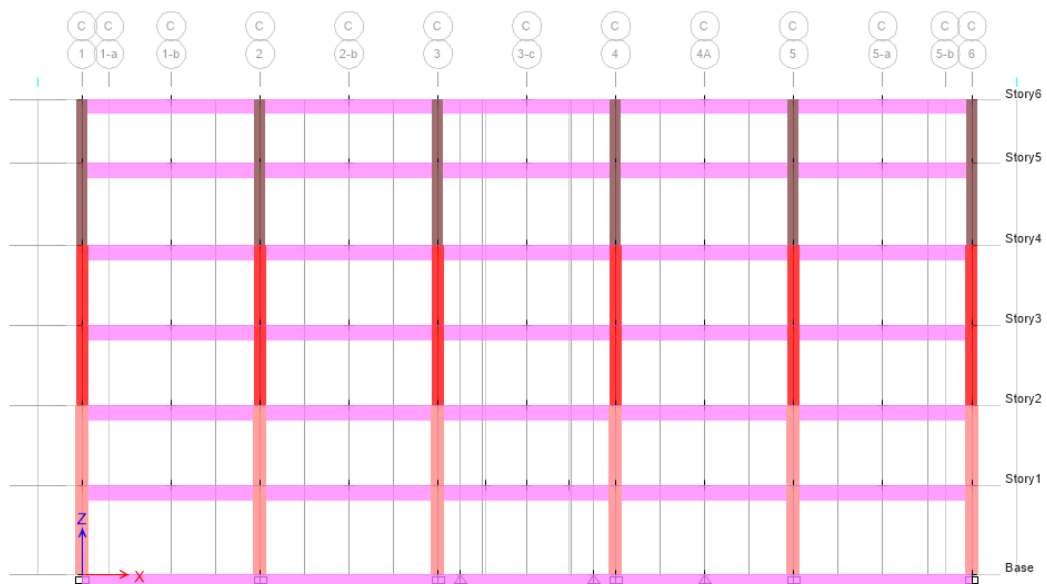
Pemodelan struktur dilakukan menggunakan program ETABS dengan menggambar semua elemen kolom, balok, *sloof*, dan pelat. Gambar pemodelan gedung dapat dilihat pada Gambar 5.1 - 5.4 berikut.



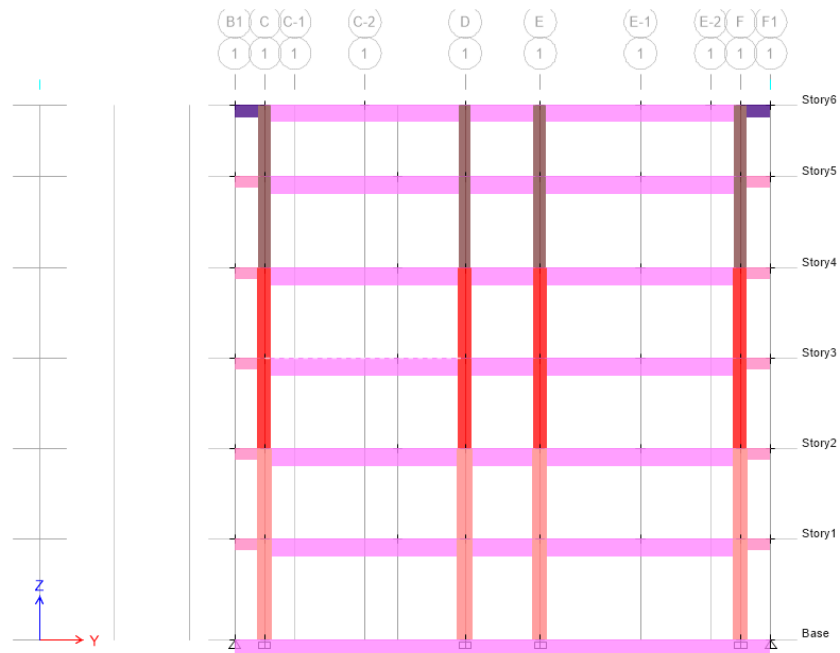
**Gambar 5. 1 Model 3D Gedung Asrama Haji Lampung**



**Gambar 5. 2 Tampak X-Y Gedung Asrama Haji Lampung**



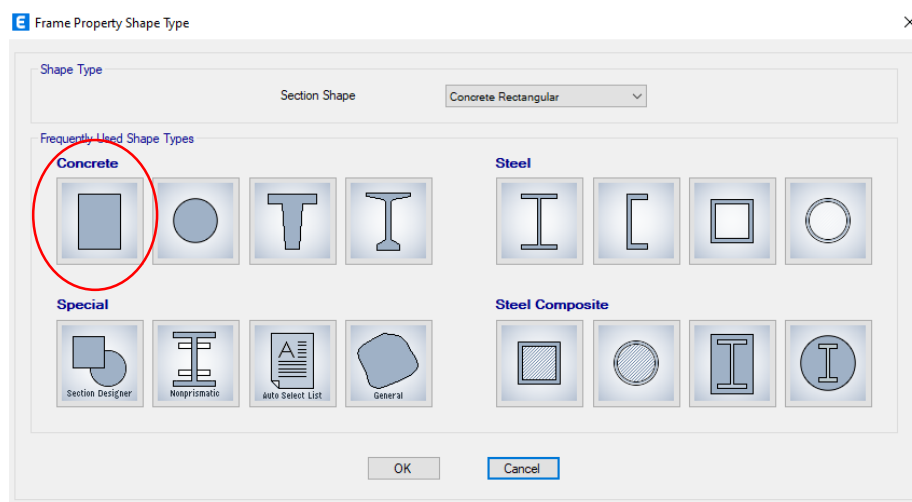
**Gambar 5. 3 Tampak X-Z Gedung Asrama Haji Lampung**



**Gambar 5. 4 Tampak Y-Z Gedung Asrama Haji Lampung**

### 5.1.1 Pemodelan Kolom

Pemodelan elemen kolom dilakukan dengan *Rectangular Section*, dengan tahapan klik *Define – Section Properties – Frame Sections – Add New Property* - pada bagian *Section Shape* pilih *Concrete Rectangular – Rectangular Section*.



**Gambar 5. 5 Frame Property Shape Type**

Kemudian dilakukan pengisian data kolom (Gambar 5.6) dan menginput data tulangan kolom (Gambar 5.7) sesuai dengan data *shop drawing* gedung.

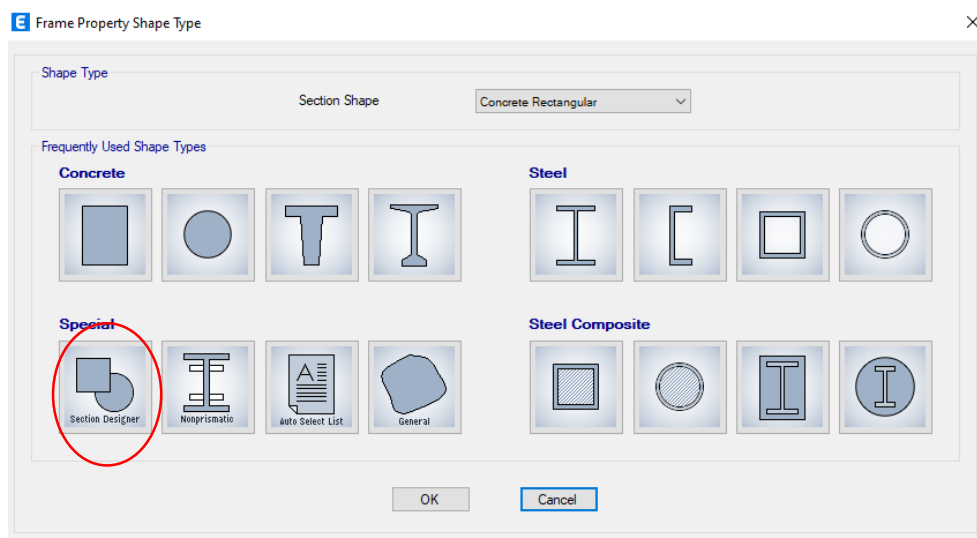
**Gambar 5. 6** *Frame Section Property Data*

**Gambar 5. 7** *Frame Section Property Reinforcement Data*



### 5.1.2 Pemodelan Balok dan Sloof

Pemodelan elemen balok dilakukan dengan *Section Designer*. Penggunaan *Section Designer* dilakukan karena terdapat tulangan rangkap pada balok yang perlu dimodelkan, agar pemodelan balok sesuai dengan data *Shop Drawing*. Adapun tahapan dari penggunaan *Section Designer* adalah dengan klik *Define – Section Properties – Frame Section – Add New Property –* pada bagian *Section Shape* pilih *Concrete Rectangular – Section Designer*.

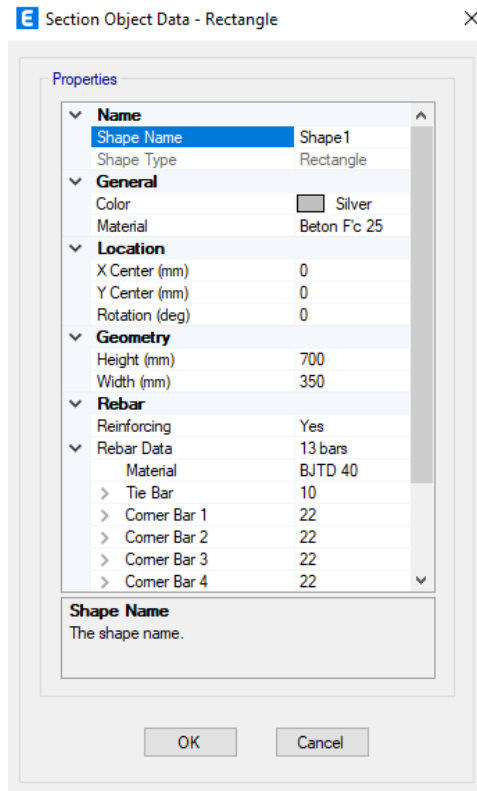


**Gambar 5. 8 Frame Property Shape Type**

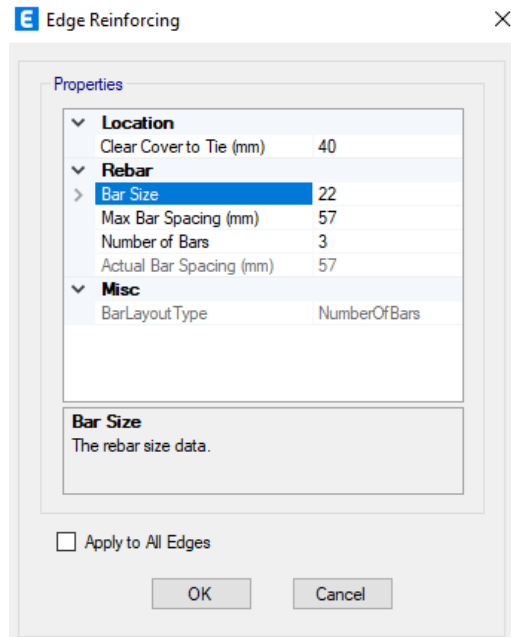
Kemudian dilakukan pengisian data elemen balok sesuai data *shop drawing* yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.

**Gambar 5. 9 Section Designer Section Property Data**

Setelah melakukan input data balok, klik *Section Designer* untuk memulai pemodelan. Berikutnya klik *Draw Concrete Shape – Draw Rectangle* untuk menggambar balok beton berbentuk kotak, kemudian input data ukuran balok, ukuran tulang pokok, dan ukuran tulangan sengkang (Gambar 5.10). Berikutnya atur jumlah tulangan, dan tebal selimut beton pada bagian tepi atas, bawah, kiri dan kanan balok sesuai dengan data *shop drawing* (Gambar 5.11).

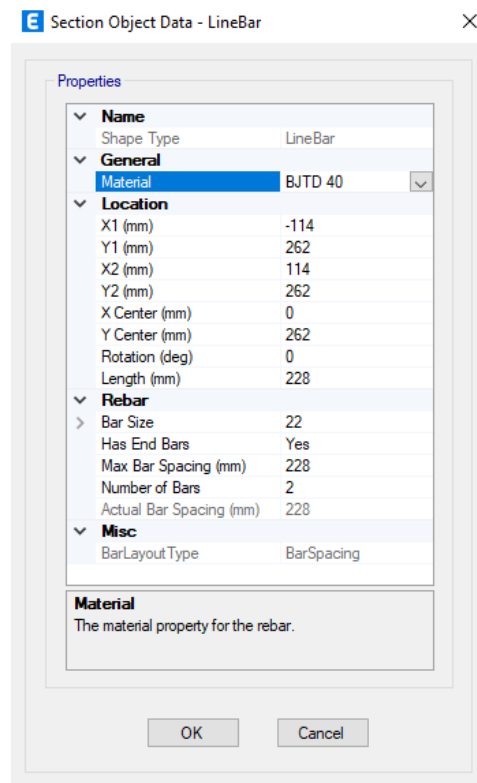


**Gambar 5. 10 Section Object Data – Rectangle**



**Gambar 5. 11 Edge Reinforcing**

Dikarenakan terdapat tulangan rangkap pada tepi atas balok, sehingga perlu dimodelkan dengan tahapan klik *Draw Rebar Shape – Draw Line Rebar –* kemudian isi data ukuran, jumlah dan jarak antara tulangan sesuai data *shop drawing* yang dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

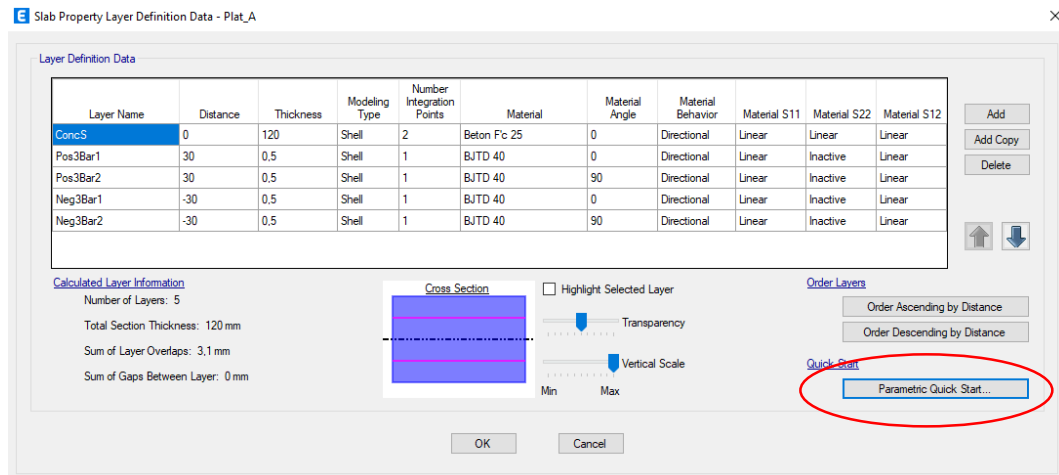


**Gambar 5. 12 Section Object Data – LineBar**

Tahapan yang sama juga dilakukan dalam memodelkan elemen *sloof* dikarenakan terdapat tulangan rangkap pada *sloof*. Pemodelan elemen *sloof* dilakukan dengan dimensi, ukuran tulangan, dan ketentuan lainnya yang mengacu pada data *shop drawing*.

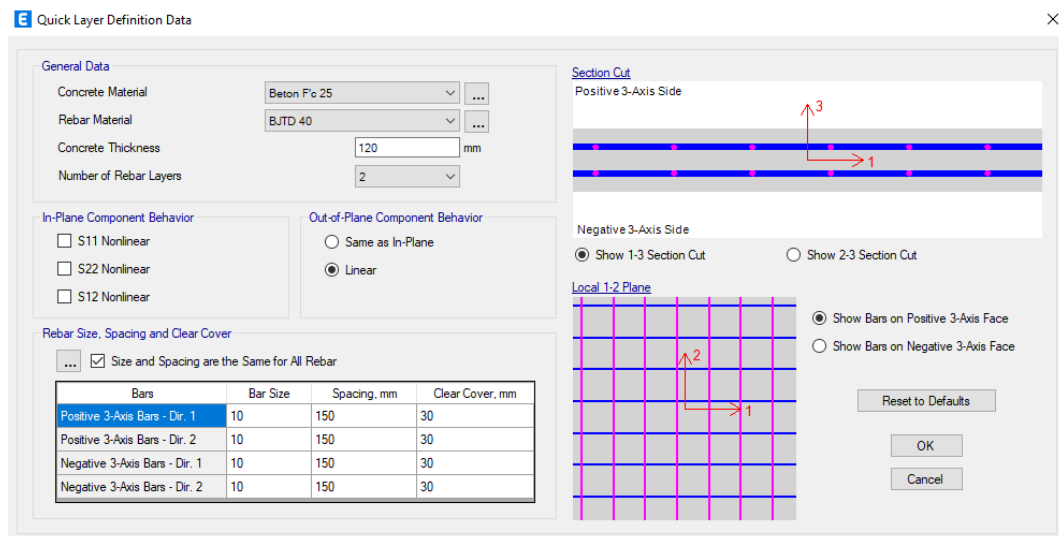
### 5.1.3 Pemodelan Pelat

Pemodelan elemen dilakukan dengan tahapan, klik *Define – Section Property – Slab Sections – Add New Property –* pada bagian *Modeling Type* pilih *Layered – Modify/Show Layered Slab Data – Parametric Quick Start*.



**Gambar 5. 13 Slab Property Defination Data**

Kemudian dilakukan pengisian data elemen pelat sesuai dengan data *shop drawing* yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut.



**Gambar 5. 14 Quick Layer Definition Data**

## 5.2 Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur meliputi perhitungan beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, dan beban gempa berdasarkan SNI 1727-2019 dengan penjelasan sebagai berikut.

### 5.2.1 Beban Mati

Adapun beban yang diperhitungkan sebagai beban mati ialah meliputi beban elemen-elemen struktur yaitu kolom, balok, *sloof*, dan pelat. Beban elemen-elemen tersebut tidak dimasukkan karena telah dimodelkan menggunakan ETABS dan akan dihitung secara otomatis. Elemen lain yang perlu ditambahkan dalam pembebanan struktur adalah beban mati tambahan.

### 5.2.2 Beban Mati Tambahan

Adapun perhitungan beban mati tambahan yang akan ditambahkan dalam perhitungan pembebanan struktur adalah sebagai berikut.

#### 1. Beban mati tambahan pada pelat lantai

Pasir	= 17,658 kN/m <sup>3</sup> x 0,03 m	= 0,53 kN/m <sup>2</sup>
Spesi (tebal 1 cm)	= 21 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,206 kN/m <sup>2</sup>
Keramik	= 17 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,167 kN/m <sup>2</sup>
Plafon asbes	= 11 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,108 kN/m <sup>2</sup>
Penggantung plafon	= 7 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,069 kN/m <sup>2</sup>
<i>Mechanical electrical</i>	= 30 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= <u>0,294 kN/m<sup>2</sup></u> +
	<b>Qd lantai</b>	<b>= 1,373 kN/m<sup>2</sup></b>

#### 2. Beban mati tambahan pada pelat atap

<i>Waterproofing</i>	= 18,639 kN/m <sup>3</sup> x 0,03 m	= 0,559 kN/m <sup>2</sup>
Plafon asbes	= 11 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,108 kN/m <sup>2</sup>
Penggantung plafon	= 7 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= 0,069 kN/m <sup>2</sup>
<i>Mechanical electrical</i>	= 30 kg/m <sup>2</sup> x (9,81/1000)	= <u>0,294 kN/m<sup>2</sup></u> +
	<b>Qd atap</b>	<b>= 0,981 kN/m<sup>2</sup></b>

### 3. Beban pelat tangga

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat} &= 0,15 \text{ m} \\ \text{Tinggi optrede tangga} &= 0,15 \text{ m} \\ \text{Lebar antrede tangga} &= 0,3 \text{ m} \\ \text{Sudut } \alpha &= \text{Atan}(0,15 \text{ m}/0,3 \text{ m}) = 26,565^\circ \end{aligned}$$

Perhitungan tebal pelat tangga adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} t &= \text{tebal pelat} = 0,15 \text{ m} \\ t_1 &= 0,5 \times \text{tinggi opride} \times \cos \alpha \\ &= 0,5 \times 0,15 \text{ m} \times \cos(26,565^\circ) = 0,067 \text{ m} \\ t_2 &= t + t_1 \\ &= 0,15 \text{ m} + 0,067 \text{ m} = 0,217 \text{ m} \\ t_3 &= t_2 / \cos \alpha \\ &= 0,217 \text{ m} / \cos(26,565^\circ) = 0,243 \text{ m} \end{aligned}$$

Didapatkan tebal pelat tangga sebesar 0,243 m.

$$\begin{aligned} \text{Beban pelat tangga} &= \text{tebal pelat tangga} \times \text{berat volume beton} \\ &= 0,243 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 5,825 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 4. Beban bordes

$$\begin{aligned} \text{Beban bordes} &= \text{tebal pelat} \times \text{berat volume beton} \\ &= 0,15 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 3,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 5.2.3 Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727-1989 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung nilai beban hidup pada bangunan ditentukan berdasarkan fungsi daripada bangunan tersebut. Pada penelitian ini fungsi bangunan digunakan sebagai asrama sehingga beban hidup yang digunakan adalah sebagai berikut.

##### 1. Beban hidup pada pelat lantai

$$QL = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,452 \text{ kN/m}^2$$

##### 2. Beban hidup pada pelat atap

$$QL = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

#### 5.2.4 Beban Gempa

Lokasi bangunan berada di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Bangunan merupakan gedung bertingkat dengan tingkat 5 lantai dan tinggi total bangunan 21,3 meter.

##### 1. Klasifikasi situs

Klasifikasi situs ditentukan berdasarkan hasil pengujian penetrasi standar SPT (*Standard Penetration Test*), dengan perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 5. 1 Perhingan Nilai Klasifikasi Situs**

Kode Letak Pengujian	Letak Kedalaman (m)	Kedalaman Tiap Lapisan (m)	SPT	Kedalaman/SPT
BH-01	4,5	4,5	23	0,1957
	6	1,5	60	0,0250
	7	1	60	0,0167
	13	6	51	0,1176
	16	3	60	0,0500
	20	4	60	0,0667
	22	2	60	0,0333
	25	3	60	0,0500
	30	5	60	0,0833

Dalam menentukan klasifikasi situs berdasarkan SNI 1729-2019 menggunakan rumus berikut.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i}$$

$$\bar{N} = \frac{30}{0,6383}$$



$$\bar{N} = 46,999$$

Sehingga didapatkan nilai klasifikasi situs pada tiap pengujian penetrasi standar SPT (*Standard Penetration Test*) sebagai berikut.

**Tabel 5. 2 Nilai Klasifikasi Situs Hasil Pengujian SPT**

Kode Letak Pengujian	Nilai Klasifikasi Situs ( $\bar{N}$ )
BH-01	46,9990
BH-02	27,1435
BH-03	34,6154
BH-04	42,0643

Berdasarkan nilai klasifikasi situs yang didapat dari tiap pengujian pengujian penetrasi standar SPT (*Standard Penetration Test*), nilai klasifikasi situs masuk kedalam kategori tanah sedang (SD) dengan nilai klasifikasi situs ( $\bar{N}$ ) 15 sampai dengan 50.

## 2. Parameter percepatan gempa

### a. Menentukan kategori resiko dan faktor keutamaan ( $I_e$ )

Berdasarkan pada SNI 1726-2019 sesuai dengan fungsi bangunan yaitu sebagai asrama, maka diperoleh kategori risiko II dengan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) sebesar 1,00.

### b. Menentukan respon spektral percepatan ( $S_s$ dan $S_1$ )

Percepatan batuan dasar pada periode pendek ( $S_s$ ) berdasarkan peta zonasi gempa dalam SNI 1726-2019 wilayah Kota Bandar Lampung memiliki nilai 0,8 – 0,9g, sehingga nilai  $S_s$  diambil 0,8g. Kemudian untuk nilai percepatan batuan dasar pada periode 1 detik ( $S_1$ ) wilayah Kota Bandar Lampung memiliki nilai 0,4 – 0,5g sehingga diambil nilai  $S_1$  sebesar 0,4g.

### c. Menentukan koefisien situs ( $F_a$ dan $F_v$ )

Berdasarkan nilai spektral percepatan periode pendek ( $S_s$ ) dan periode panjang ( $S_1$ ) dengan kategori tanah sedang (SD), kemudian dapat ditentukan nilai faktor amplikasi getaran terkait percepatan pada getaran

periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan pada getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 pada SNI 1726-2019 didapatkan nilai ( $F_a$ ) sebesar 1,18 (hasil interpolasi) dan nilai ( $F_v$ ) sebesar 1,9.

d. Menentukan koefisien risiko terpetakan ( $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$ )

Berdasarkan peta zonasi gempa dalam SNI 1726-2019 wilayah Bandar Lampung memiliki rentang nilai koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode pendek ( $C_{RS}$ ) antara 1 - 1,05, sehingga diambil nilai  $C_{RS}$  sebesar 1. Kemudian untuk nilai koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode 1 detik ( $C_{R1}$ ) wilayah Bandar Lampung memiliki rentang nilai  $C_{R1}$  antara 0,95 – 1, sehingga diambil nilai  $C_{R1}$  sebesar 1.

e. Menentukan parameter respon spektrum

1) Menentukan Maximum Considered Earthquake (MCE) Spectral Respons Acceleration pada periode pendek ( $S_{MS}$ )

$$\begin{aligned} S_{MS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,18 \times 0,8 \\ &= 0,944 \end{aligned}$$

2) Menentukan Maximum Considered Earthquake (MCE) Spectral Respons Acceleration pada periode 1 detik ( $S_{M1}$ )

$$\begin{aligned} S_{M1} &= F_v \times S_1 \\ &= 1,9 \times 0,4 \\ &= 0,76 \end{aligned}$$

f. Menentukan sistem dan parameter struktur

Sesuai dengan kategori desain seismik termasuk dalam kategori D dan tergolong ke dalam tingkat risiko kegempaan tinggi, maka sesuai dengan SNI 1726-2019 pada Tabel 12, sistem struktur gedung menggunakan sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus, berikut adalah parameter strukturnya.

- 1) Koefisien modifikasi respon,  $R = 8$
- 2) Faktor kuat lebih sistem,  $\Omega_0 = 3$
- 3) Faktor pembesaran defleksi,  $C_d = 5,5$

3. Parameter percepatan spektral desain ( $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ )

a. Spektral desain untuk periode pendek ( $S_{DS}$ )

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 2/3 \times S_{MS} \\ &= 2/3 \times 0,944 \\ &= 0,629 \end{aligned}$$

b. Spektral desain untuk periode 1 detik ( $S_{D1}$ )

$$\begin{aligned} S_{D1} &= 2/3 \times S_{M1} \\ &= 2/3 \times 0,76 \\ &= 0,507 \end{aligned}$$

4. Spektrum respon percepatan desain ( $S_a$ )

a.  $T_0$   $= 0,2 \times (S_{D1}/S_{DS})$   
 $= 0,2 \times (0,507/0,629)$   
 $= 0,161$

b.  $T_s$   $= S_{D1}/S_{DS}$   
 $= 0,507/0,629$   
 $= 0,805$

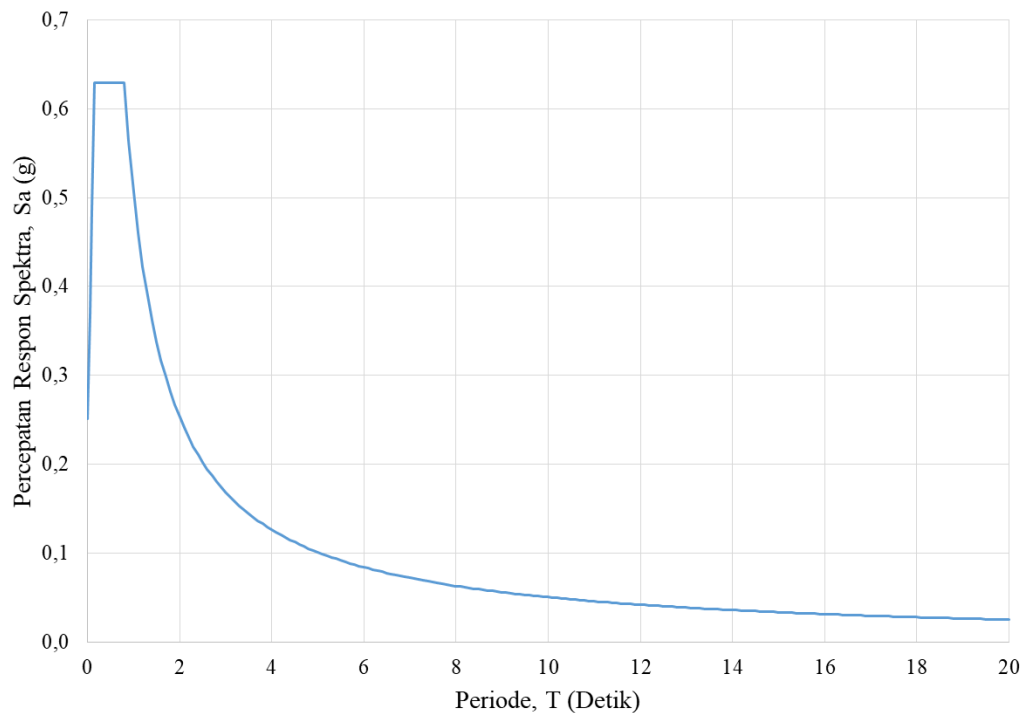
c.  $T_L$   $= 20$  (Berdasarkan peta transisi periode panjang  $T_L$  pada SNI-1726-2019)

d.  $S_a$   $= S_{DS} (0,4 + 0,6 (T/T_0))$   
 $= 0,629 (0,4 + 0,6 (0/0,161))$   
 $= 0,252$  untuk  $T < T_0$

$S_a$   $= S_{DS}$   
 $= 0,629$  untuk  $T_0 < T < T_s$

$S_a$   $= S_{D1}/T$   
 $= 0,507/2$   
 $= 0,253$  untuk  $T_0 > T_s$

Berdasarkan parameter dari perhitungan di atas, grafik spektrum respon dapat dibuat dan disajikan pada Gambar 5.15 berikut.



**Gambar 5. 15 Grafik Respon Spektrum**

5. Perhitungan periode pendekatan fundamental

a. Menentukan periode getar struktur ( $T_a$ )

$$\begin{aligned}
 T_a &= C_t h_n^x \\
 &= 0,0466 \times 21,3^{0,9} \\
 &= 0,7310 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$h_n$  = Tinggi total bangunan dari dasar sampai atap (m)

$C_t$  = Koefisien didapat dari Tabel 18 SNI 1726-2019  
dimana nilai  $C_t$  diambil 0,0466

$x$  = Didapat dari Tabel 18 SNI 1729-2019 diambil nilai 0,9  
dikarenakan tipe struktur menggunakan rangka beton pemikul momen

b. Menentukan periode maksimum ( $T_{max}$ )

Karena nilai  $S_{D1} > 0,4$  maka digunakan  $C_u = 1,4$  (diambil dari Tabel 17 SNI 1726-2019)

$$T_{max} = C_u \times T_a$$

$$= 1,4 \times 0,7310$$

$$= 1,0234 \text{ detik}$$

- c. Nilai periode struktur hasil pemodelan ( $T_c$ )

Nilai  $T_c$  merupakan nilai yang diperoleh dari hasil analisis ETABS.

Nilai  $T_c = 1,1269$  detik

- d. Menentukan periode struktur pakai

Dari hasil perhitungan nilai periode ( $T$ ) di atas, dapat ditentukan periode fundamental struktur yang digunakan sesuai dengan persyaratan berikut.

- 1) Jika  $T_c > T_{maks}$ , maka digunakan  $T = T_{maks}$
- 2) Jika  $T_a < T_c < T_{maks}$ , maka digunakan  $T = T_c$
- 3) Jika  $T_c < T_a$ , maka digunakan  $T = T_a$

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan nilai  $T_c > T_{maks}$ , sehingga nilai periode ( $T$ ) yang digunakan adalah  $T_{maks} = 1,0234$  detik.

6. Perhitungan koefisien respon struktur ( $C_s$ )

- a. Tingkat daktilitas struktur,  $R = 8$

- b. Faktor keutamaan struktur,  $I_e = 1,0$  (fungsi bangunan sebagai asrama)

- c. Nilai  $C_s$

$$\begin{aligned} C_{s \text{ hitung}} &= \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \\ &= \frac{0,629}{\frac{8}{1}} \\ &= 0,0787 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s \text{ max}} &= \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\ &= \frac{0,507}{1,0234\left(\frac{8}{1}\right)} \\ &= 0,0619 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s \text{ min}} &= 0,044 S_{DS} \times I_e \geq 0,001 \\ &= 0,044 \times 0,629 \times 1 \geq 0,001 \\ &= 0,0277 \end{aligned}$$

Dikarakan nilai  $C_{s \text{ hitung}} > C_{s \text{ max}}$ , maka nilai  $C_s$  yang digunakan adalah  $C_{s \text{ max}} = 0,0619$

### 7. Gaya geser dasar seismik

Gaya geser dasar seismik berdasarkan SNI 1726-2019 dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0,0619 \times 28555,105 \text{ kN} \\ &= 1767,10 \text{ kN} \end{aligned}$$

Keterangan:

$C_s$  = Koefisien respon spektrum

$W$  = Berat seismik efektif (seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar dalam pada pasal 7.7.2 SNI 1726-2019)

### 8. Distribusi beban gempa statik ekuivalen

Gaya seismik lateral ( $F_x$ ) yang terjadi pada setiap tingkat dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$F_x = C_{vx} \times V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Nilai  $k$  untuk  $T = 1,0234$  detik, dapat dicari menggunakan interpolasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} k &= \frac{(2-1) \times (1,00234-0,5)}{(2,5-0,5)+1} \\ &= 1,2617 \end{aligned}$$

Untuk hasil distribusi gaya seismik lateral berdasarkan beban gempa SNI 1726-2019 pada setiap lantai dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

**Tabel 5. 3 Perhitungan Nilai Gaya Gempa Horizontal**

Lantai ke-i	H (m)	$W_i$ (kN)	$W \times H^k$	$C_{vx}$ dan $C_{vy}$	$F_x$ dan $F_y$ (kN)
Atap	21,3	1949,646	92467,29115	0,152	267,989
5	18,45	4274,566	169127,7169	0,277	490,166
4	14,8	4912,305	147169,7563	0,241	426,528
3	11,2	4962,154	104587,8429	0,172	303,117

**Lanjutan Tabel 5.3 Perhitungan Nilai Gaya Gempa Horizontal**

Lantai ke-i	H (m)	Wi (kN)	W x H <sup>k</sup>	Cvx dan Cvy	Fx dan Fy (kN)
2	7,6	5020,618	64876,91836	0,106	188,026
1	4	5477,434	31492,23385	0,052	91,271
0	0	1958,381	0	0	0
<b>Total</b>		28555,102	595641,625	1,000	1767,10

### 5.3 Analisis Beban Gempa

Sebelum melakukan tahapan analisis pushover yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah mengecek syarat beban gempa yang telah dianalisis sebelumnya. Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1, ada ketentuan yang harus dipenuhi yaitu apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_{dinamik}$ ) kurang dari 100% dari gaya geser ( $V_{statik}$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut perlu dikalikan dengan  $V_{statik}/V_{dinamik}$ . Berikut tahapan analisis beban gempa yang dilakukan dengan bantuan program ETABS.

#### 5.3.1 Pendefinisian *Mass Source*

Pendefinisian massa struktur perlu dilakukan dalam analisis dinamik respon spektrum, hal ini dikarenakan perlu didefinisikan dalam program ETABS darimana sumber massa yang akan digunakan dalam melakukan analisis. Apabila pendefinisian sumber massa tidak tepat maka gaya atau beban gempa yang dihasilkan akan terlalu besar atau terlalu kecil. Tahapan melakukan pendefinisian struktur dapat dilakukan dengan cara klik *Define – Mass Source – Add New Mass Source – checklist Specified Load Patterns* – pada kotak *Mass Multipliers For Patterns* input *Load Pattern Dead* (beban mati struktur) = 1, *Add Dead* (beban mati tambahan) = 1, dan *Live* (beban hidup) = 0,25. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.

Mass Source Data

Mass Source Name: Berat Bangunan

Mass Source:

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
  - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
  - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns:

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
ADD_DEAD	1
Live	0,25

Mass Options:

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

**Gambar 5. 16 Mass Source Data**

### 5.3.2 Penginputan Data Respon Spektrum Gempa

Tahapan input data respon spektrum pada ETABS dapat dilakukan dengan cara klik *Define – Functions – Respon Spectrum* – pada kotak *Choose Function Type To Add* pilih *ASCE7-16 – Add New Function* – input data respon spektrum sesuai data yang telah dihitung. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.

Response Spectrum ASCE 7-16 Function Definition

Function Name: RS Lampung

Function Damping Ratio: Damping Ratio 0,05

Parameters:

- 0.2 Sec Spectral Accel, S<sub>s</sub>: 0,8
- 1 Sec Spectral Accel, S<sub>1</sub>: 0,4
- Long-Period Transition Period: 20
- Site Class: D
- Site Coefficient, F<sub>a</sub>: 1,18
- Site Coefficient, F<sub>v</sub>: 1,9

Calculated Values for Response Spectrum Curve:

- SDS = (2/3) \* F<sub>a</sub> \* S<sub>s</sub>: 0,6293
- SD1 = (2/3) \* F<sub>v</sub> \* S<sub>1</sub>: 0,5067

Function Graph:

Function Points:

Period	Acceleration
0	0,2517
0,161	0,6293
0,8051	0,6293
1	0,5067
1,2	0,4222
1,4	0,3619
1,6	0,3167
1,8	0,2815
2	0,2533
2,5	0,2027

Plot Options:

- Linear X - Linear Y
- Linear X - Log Y
- Log X - Linear Y
- Log X - Log Y

Buttons: OK, Cancel

**Gambar 5. 17 Input Parameter Respon Spektrum**



### 5.3.3 Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1, ada ketentuan yang harus dipenuhi yaitu apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_{dinamik}$ ) kurang dari 100% dari gaya geser ( $V_{statik}$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut perlu dikalikan dengan  $V_{statik}/V_{dinamik}$ . Nilai gaya geser dasar dinamik dari hasil analisis ETABS dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5. 4 Nilai Gaya Geser Dasar**

	$V_{statik}$ (kN)	$V_{dinamik}$ (kN)	Kontrol
Arah X	1767,0973	1613,3989	Belum Memenuhi
Arah Y	1767,0973	1614,9148	Belum Memenuhi

Berdasarkan hasil analisis program ETABS didapatkan nilai gaya geser dasar dinamik kurang dari gaya geser dasar statik sehingga perlu dilakukan penskalaan gaya. Berikut adalah tahapan perhitungan faktor skala.

$$\begin{aligned} \text{Faktor skala} &= 100\% V_{statik}/V_{dinamik} \\ &= 1776,0973/1613,3989 \\ &= 1,095 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan faktor skala selanjutnya nilai tersebut di input pada program ETABS kemudian dilakukan analisis ulang untuk mendapatkan hasil gaya geser dasar  $V_{dinamik}$  baru, yang kemudian nilai  $V_{dinamik}$  baru tersebut dibandingkan dengan gaya geser dasar  $V_{statik}$ . Untuk hasil analisis  $V_{dinamik}$  setelah dikali faktor skala dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5. 5 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dilakukan Faktor Skala**

	$V_{statik}$ (kN)	$V_{dinamik}$ (kN)	Kontrol
Arah X	1767,0973	1767,0973	Memenuhi
Arah Y	1767,0973	1768,7610	Memenuhi



**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: Gravity [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: Berat Bangunan

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: [ ]

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	ADD_DEAD	1
Load Pattern	Live	0,25

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load [Modify/Show...]

Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

**Gambar 5. 18 Load Case Data Gravity**

f. *Load application*

Berikutnya pada *Load Application* klik *Modify/Show* – pada *Load Application Control* pilih *Full Load* – pada *Monitored Displacement* isikan joint yang digunakan sebagai acuan analisis yaitu *Story 6* pada *Joint 2* – OK.

**Load Application Control for Nonlinear Static Analysis**

**Load Application Control**

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

**Control Displacement**

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: [ ]

**Monitored Displacement**

DOF/Joint: U1 [Story6] 2

Generalized Displacement: [ ]

**Additional Controlled Displacements**

[ ] [Modify/Show...]

**Quasi-static Parameters**

Time History Type: Nonlinear Direct Integration History

Output Time Step Size: 1 sec

Mass Proportional Damping: 0 1/sec

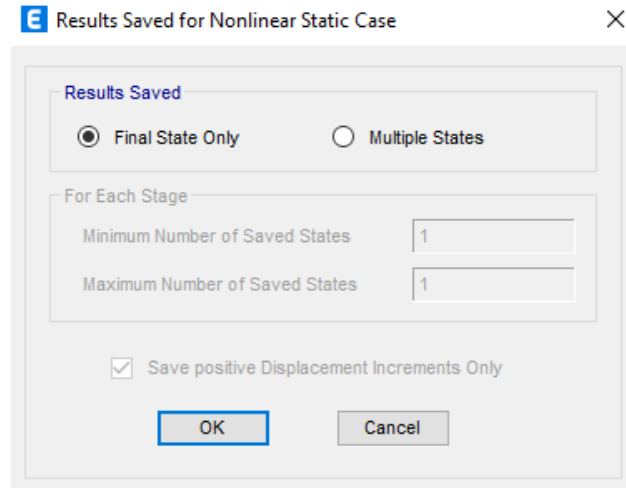
Hiber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0

[OK] [Cancel]

**Gambar 5. 19 Load Applications Gravity**

g. *Results saved*

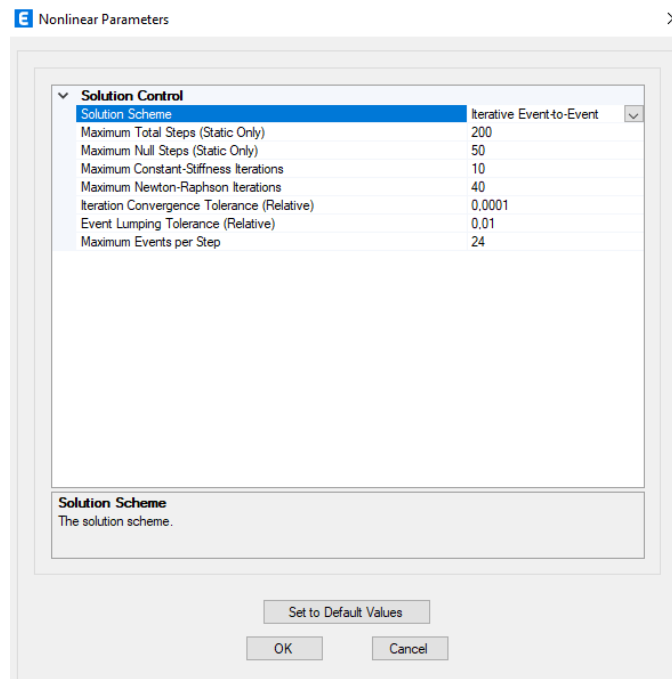
Pada bagian *Result Saved* klik *Modify/Show* – pilih *Final State Only* pada *Results Saved* – OK.



**Gambar 5. 20 Results Saved Gravity**

h. *Nonlinear parameters*

Pada bagian *Nonlinear Parameters* dapat diisi sesuai kebutuhan analisis, dengan cara klik *Modify/Show*.



**Gambar 5. 21 Nonlinear Parameters Gravity**

## 2. Pendefinisian beban lateral *pushover* arah x dan y

Pendefinisian beban lateral *pushover* pada ETABS dilakukan dengan tahapan klik *Define – Load case – Add New Load Case*. Berikutnya dilakukan pengisian data *Load Case* dan modifikasi nilai pada *Pushover X*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tahapan berikut.

- a. *Load case name* = *Pushover X*
- b. *Load case type* = *Static*
- c. *Analysis type* = *Nonlinear*
- d. *Initial conditions* = *Continue State at End of Nonlinear Case – Gravity*
- e. *Load applied* = *Load Pattern – UX – (-1)*

**E** Load Case Data ×

**General**

Load Case Name: Push\_X Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Mass Source: Berat Bangunan

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: Gravity

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Acceleration	UX	-1

Add

Delete

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis Modify/Show...

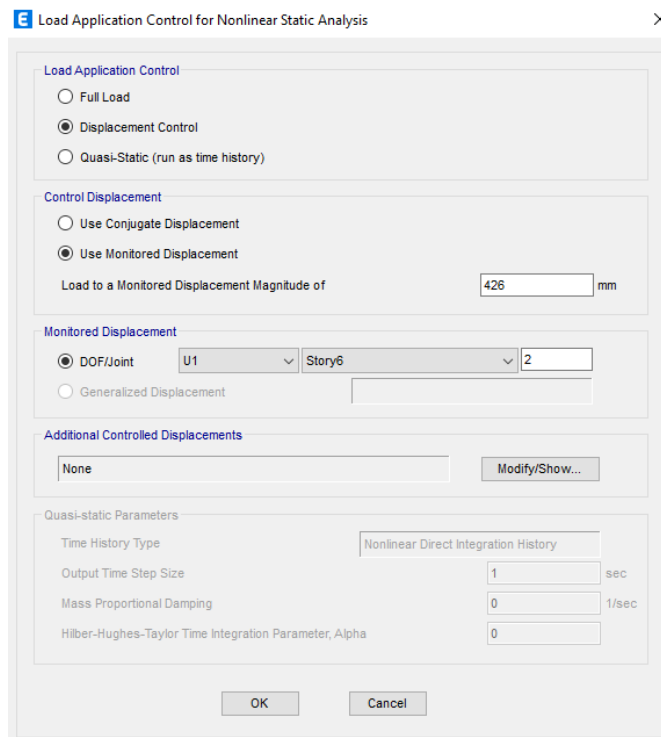
Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event Modify/Show...

OK Cancel

**Gambar 5. 22 Load Case Data Pushover X**

f. *Load application*

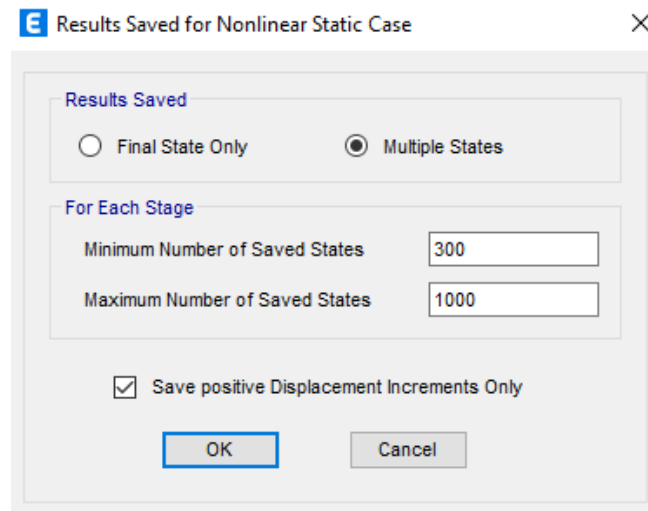
Berikutnya pada *Load Application* klik *Modify/Show* – pada *Load Application Control* pilih *Full Load* – pada *Control Displacement* pilih *Use Monitored Displacement* dengan *Monitored Displacement Magnitude* sebesar 2% dari tinggi bangunan yaitu 0,426 meter – kemudian pada *Monitored Displacement* isikan DOF pada U1 dan joint yang digunakan sebagai acuan analisis yaitu *Story 6* pada *Joint 2* – OK.



**Gambar 5. 23 Load Application Pushover X**

g. *Results saved*

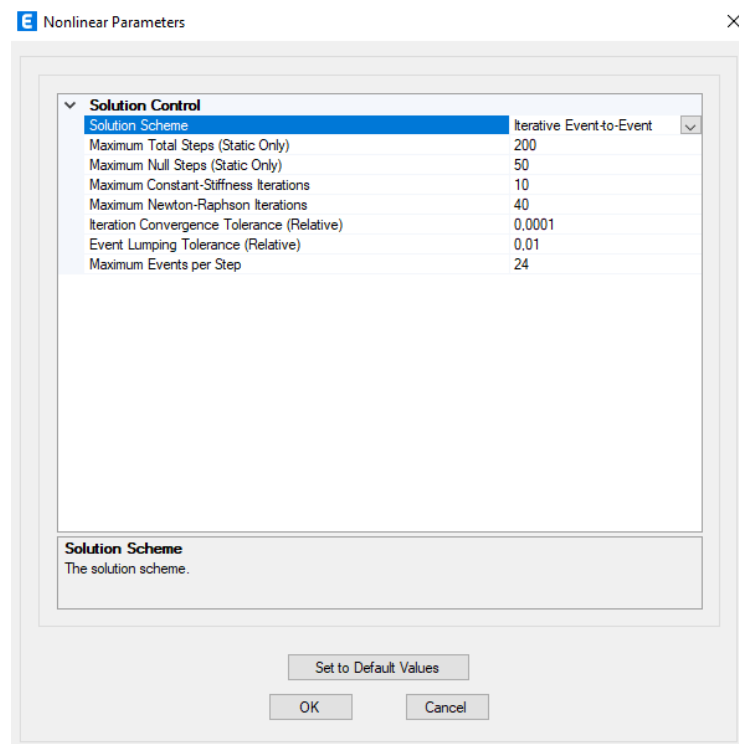
Pada bagian *Result Saved* klik *Modify/Show* – pilih *Multiple Stages* pada *Results Saved* – isikan nilai *Minimum Number of Saved Stages* dan *Maximum Number of Saved Stages* sesuai dengan kebutuhan analisis.



**Gambar 5. 24 Result Saved Pushover X**

h. *Nonlinear parameters*

Pada bagian *Nonlinear Parameters* dapat diisi sesuai kebutuhan analisis, dengan cara klik *Modify/Show*.



**Gambar 5. 25 Nonlinear Parameters Pushover X**

Selanjutnya untuk pengisian data *Load Case* dan modifikasi nilai *Pushover Y* dapat dilihat pada tahapan berikut.

- a. *Load case name* = *Pushover Y*
- b. *Load case type* = *Static*
- c. *Analysis type* = *Nonlinear*
- d. *Initial conditions* = *Continue State at End of Nonlinear Case – Gravity*
- e. *Load applied* = *Load Pattern – UY – (-1)*

**Gambar 5. 26 Load Case Data Pushover Y**

- f. *Load application*

Berikutnya pada *Load Application* klik *Modify/Show* – pada *Load Application Control* pilih *Full Load* – pada *Control Displacement* pilih *Use Monitored Displacement* dengan *Monitored Displacement Magnitude* sebesar 2% dari tinggi bangunan yaitu 0,426 meter – kemudian pada



*Monitored Displacement* isikan DOF pada U2 dan joint yang digunakan sebagai acuan analisis yaitu *Story 6* pada *Joint 2* – OK.

**E Load Application Control for Nonlinear Static Analysis** ×

**Load Application Control**

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

**Control Displacement**

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of  mm

**Monitored Displacement**

DOF/Joint

Generalized Displacement

**Additional Controlled Displacements**

**Quasi-static Parameters**

Time History Type

Output Time Step Size  sec

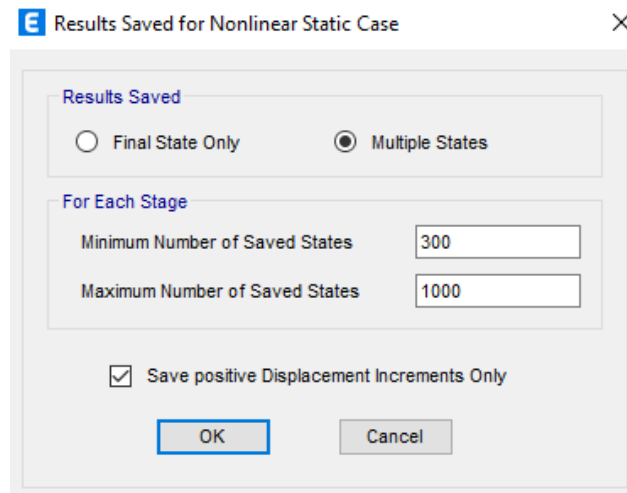
Mass Proportional Damping  1/sec

Hiber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha

**Gambar 5. 27 Load Application Pushover Y**

g. *Results saved*

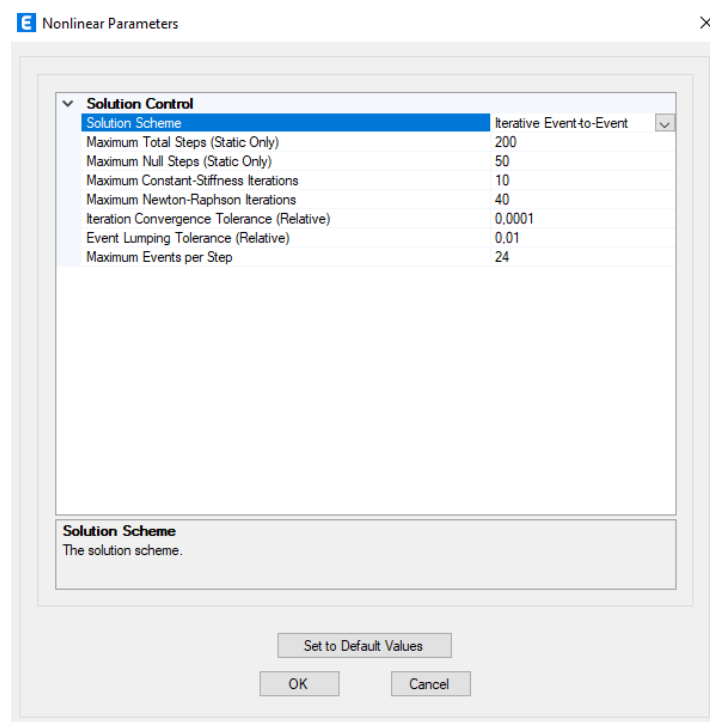
Pada bagian *Result Saved* klik *Modify/Show* – pilih *Multiple Stages* pada *Results Saved* – isikan nilai *Minimum Number of Saved Stages* dan *Maximum Number of Saved Stages* sesuai dengan kebutuhan analisis.



**Gambar 5. 28 Result Saved Pushover Y**

h. *Nonlinear parameters*

Pada bagian *Nonlinear Parameters* dapat diisi sesuai kebutuhan analisis, dengan cara klik *Modify/Show*.



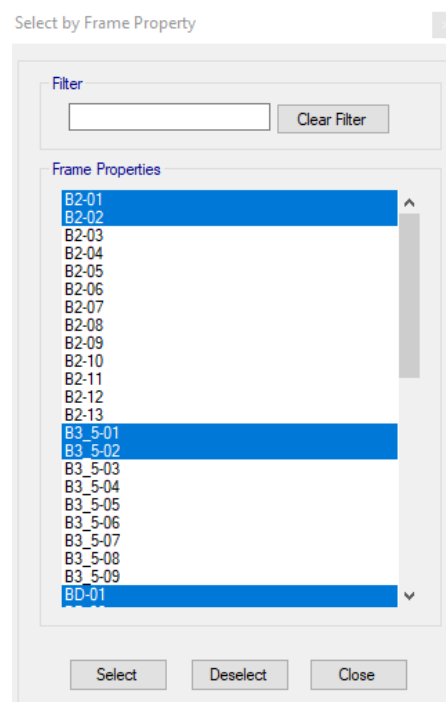
**Gambar 5. 29 Nonlinear Parameters Pushover Y**

## 5.4.2 Pendefinisian Sendi Plastis (*Hinges*)

### 1. Pendefinisian sendi plastis pada balok

Berikut adalah tahapan dalam melakukan pendefinisian sendi plastis pada ETABS.

- a. Pilih balok yang akan diberi sendi plastik (*Hinge*) dengan tahapan klik *Select – Properties – Frame Section* – pilih balok yang telah dimodelkan – *Select*.



**Gambar 5. 30 Select Frame Balok**

- b. Berikutnya klik *Assign – Frame – Hinge* – pada bagian *Location Type* pilih *relative to Clear Length* – isikan *Relative distance*, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.31 berikut.

Frame Assignment - Hinges

Frame Hinge Assignment Data

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Distance from End m
Auto	Relative to clear length	1	
Auto M3	Relative to clear length	0	
Auto M3	Relative to clear length	1	

Buttons: Add, Modify, Delete

Auto Hinge Assignment Data

Type: From Tables In ASCE 41-17  
 Table: Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item I  
 DOF: M3

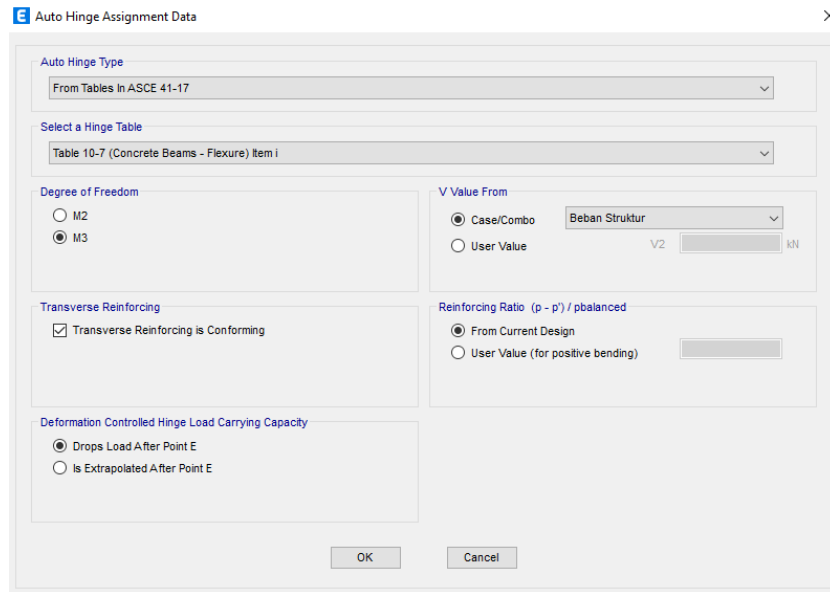
Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

Buttons: OK, Cancel

**Gambar 5. 31 Input Frame Hinge Balok**

Penginputan sendi plastis pada *Relative Distance* 0 dan 1 dengan *Type Location* menggunakan *relative to Clear Length* menunjukkan bahwa sendi plastis pada balok diletakkan di ujung tepi bersih balok.

- c. Berikutnya pada kolom *Auto Hinge* pilih *From Table In ASCE 41-17* - pada kolom *Select a Hinge* pilih *Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) item I* – pada kolom *Degree of Freedom* pilih M3 – klik *Case/combo* pada *V Value From* pilih beban struktur (*Load Combinations* beban mati dan beban mati tambahan), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.32 berikut.

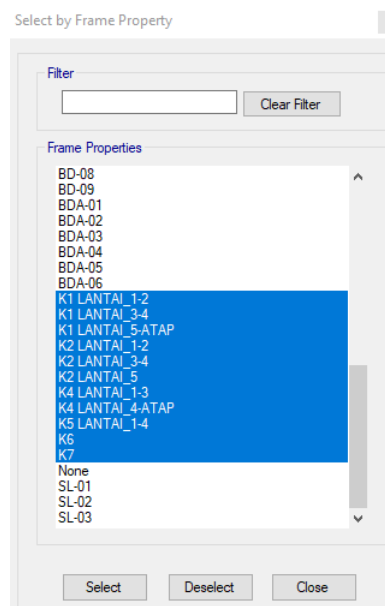


**Gambar 5. 32 Setting Hinge Balok**

## 2. Pendefinisian sendi plastis pada kolom

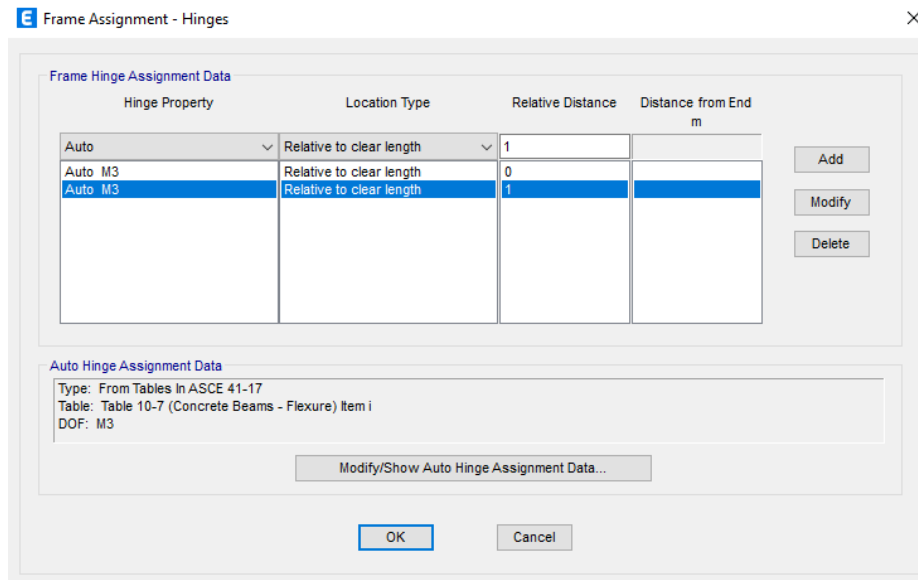
Berikut adalah tahapan dalam melakukan pendefinisian sendi plastis pada ETABS.

- a. Pilih kolom yang akan diberi sendi plastik (*Hinge*) dengan tahapan klik *Select – Properties – Frame Section* – pilih kolom yang telah dimodelkan – *Select*.



**Gambar 5. 33 Select Frame Kolom**

- b. Berikutnya klik *Assign – Frame – Hinge* – pada bagian *Location Type* pilih *relative to Clear Length* – isikan *Relative distance*, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut.



**Gambar 5. 34 Input Frame Hinge Kolom**

Penginputan sendi plastis pada *Relative Distance* 0 dan 1 dengan *Type Location* menggunakan *relative to Clear Length* menunjukkan bahwa sendi plastis pada balok diletakkan di ujung tepi bersih kolom.

- c. Berikutnya pada kolom *Auto Hinge* pilih *From Table In ASCE 41-17* - pada kolom *Select a Hinge* pilih *Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)* – pada kolom *Degree of Freedom* pilih *P-M2-M3* – klik *Case/combo* pada *V Value From* untuk *Grafiti* dan *Gravity + Lateral* pilih beban struktur (*Load Combinations* beban mati dan beban mati tambahan), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.35 berikut.

**E** Auto Hinge Assignment Data

Auto Hinge Type  
From Tables In ASCE 41-17

Select a Hinge Table  
Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)

Degree of Freedom  
 M2     P-M2     Parametric P-M2-M3  
 M3     P-M3  
 M2-M3     P-M2-M3

P Values From  
 Case/Combo     User Value  
Gravity:   
Gravity + Lateral:

Concrete Column Behavior  
 Not Controlled by Inadequate Development or Splicing  
 Controlled by Inadequate Development or Splicing

Shear Reinforcing Ratio  $p = A_v / (b_w * s)$   
 From Current Design  
 User Value

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity  
 Drops Load After Point E  
 Is Extrapolated After Point E

Shear Demand at Flexural Yielding / Shear Capacity ( $V_yE / V_{col0E}$ )  
 Program Calculated  
 User-specified Shear Demand,  $V_yE$   
V2:  V3:   
 User-specified Ratio,  $V_yE / V_{col0E}$   
V2:  V3:

Shear Reinforcement Spacing Ratio (s/d)  
 From Current Design  
 User Value

OK Cancel

**Gambar 5. 35 Setting Hinge Kolom**

### 5.4.3 Running Pushover Analysis

Setelah menginput data *Load Pattern*, *Load Case Pushover*, serta melakukan input sendi plastis (*Hinge*) pada model struktur. Tahapan berikutnya adalah *Running Pushover Analysis* dengan tahapan klik *Analyze – Set Load Case to Run – pilih Action Run* pada *Case* dengan *Type Case Nonlinear Static – Run Now – OK*.

**E** Set Load Cases to Run

Case	Type	Status	Action
Sy	Linear Static	Not Run	Do not Run
Rx	Response Spectrum	Not Run	Do not Run
Ry	Response Spectrum	Not Run	Do not Run
Gravity	Nonlinear Static	Not Run	Run
Push_X	Nonlinear Static	Not Run	Run
Push_Y	Nonlinear Static	Not Run	Run

Click to:

Analysis Monitor Options  
 Always Show  
 Never Show     seconds  
 Show After

Show Messages after Run  
 Only if Errors  
 If Errors or Warnings  
 Always

Diaphragm Centers of Rigidity  
 Calculate Diaphragm Centers of Rigidity

Automatic Tabular Output After Analysis is Complete  
  
No files specified for automatic tabular output

OK Cancel

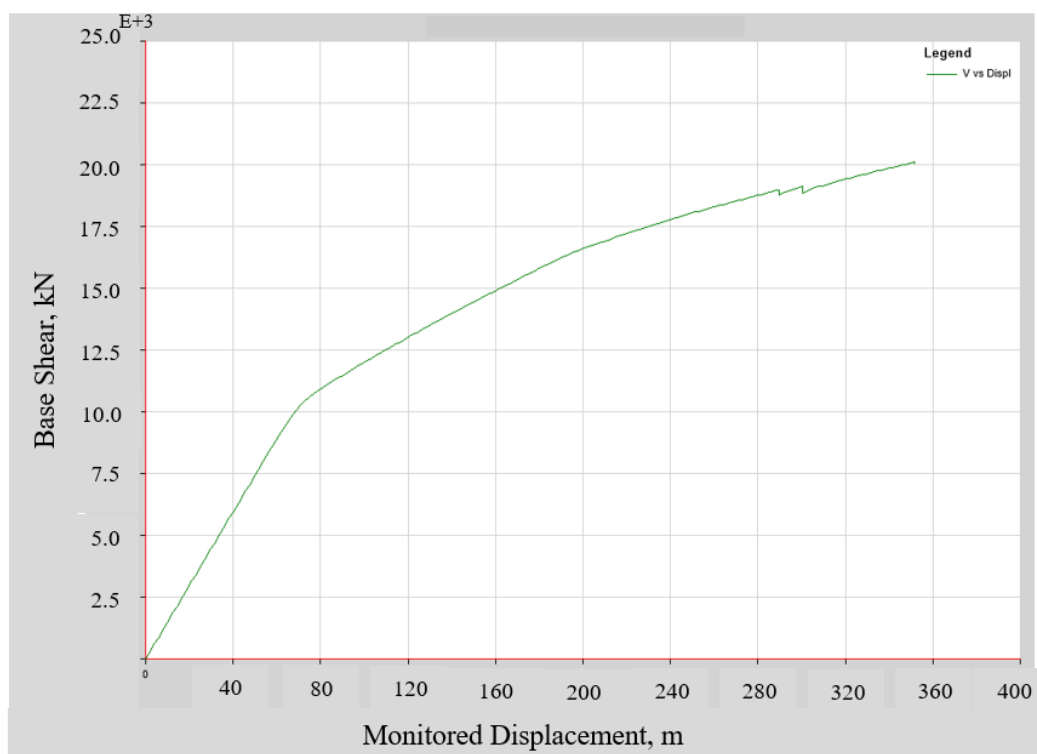
**Gambar 5. 36 Set Load Case to Run**

## 5.5 Hasil Analisis *Pushover*

Setelah dilakukan *running analysis pushover* akan didapatkan hasil *output* berupa kurva kapasitas, *performance point*, dan hasil skema sendi plastis yang terjadi pada model bangunan. Nilai yang didapat pada *performance point* akan digunakan untuk mengetahui kinerja struktur berdasarkan ATC-40.

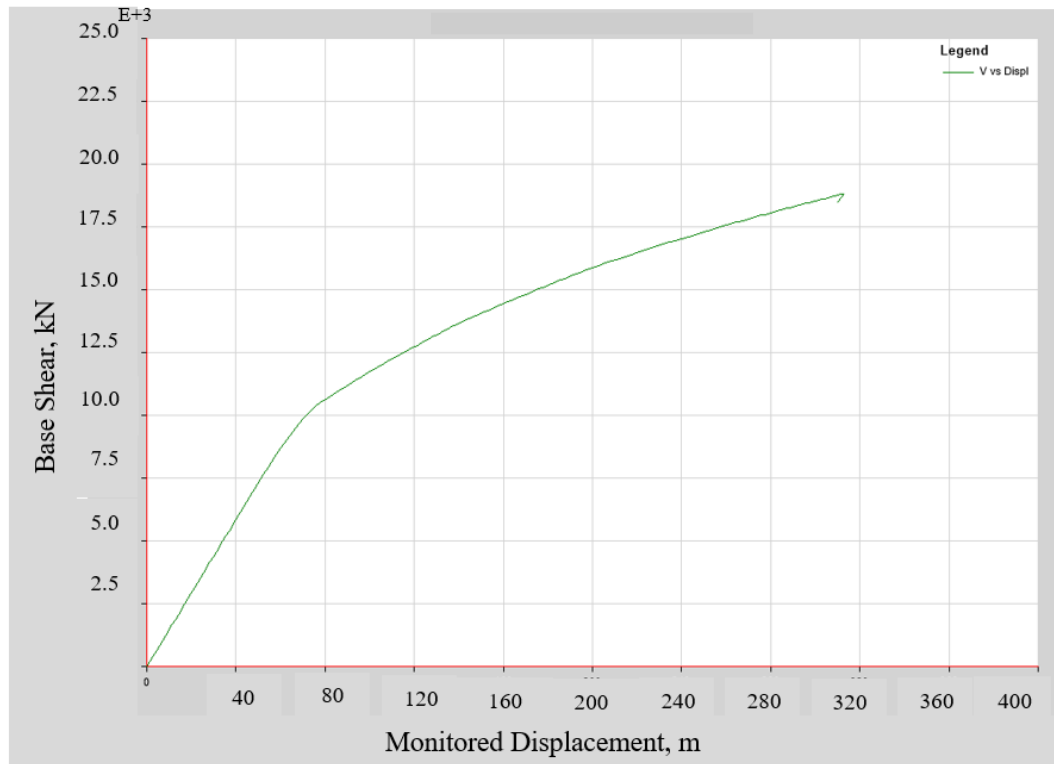
### 5.5.1 Kurva Kapasitas

Dalam kurva kapasitas menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base force*) dengan perpindahan lateral (*displacement*) yang terjadi pada semua lantai. Untuk menampilkan kurva kapasitas pada program ETABS dapat dilakukan dengan tahapan klik *Display – Static Pushover Curve*, kemudian kurva kapasitas akan muncul otomatis. Berikut bentuk kurva kapasitas pada *pushover* arah x dan arah y untuk beban gempa desain pada pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 5.37 dan Gambar 5.38.

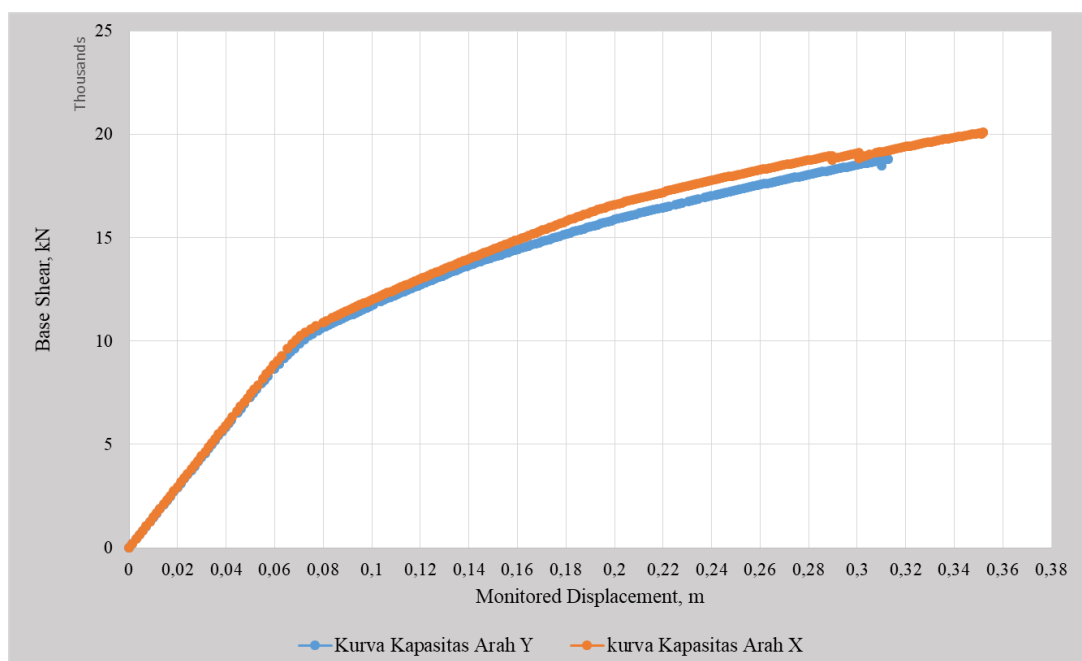


**Gambar 5.37 Kurva Kapasitas *Pushover* Arah X**



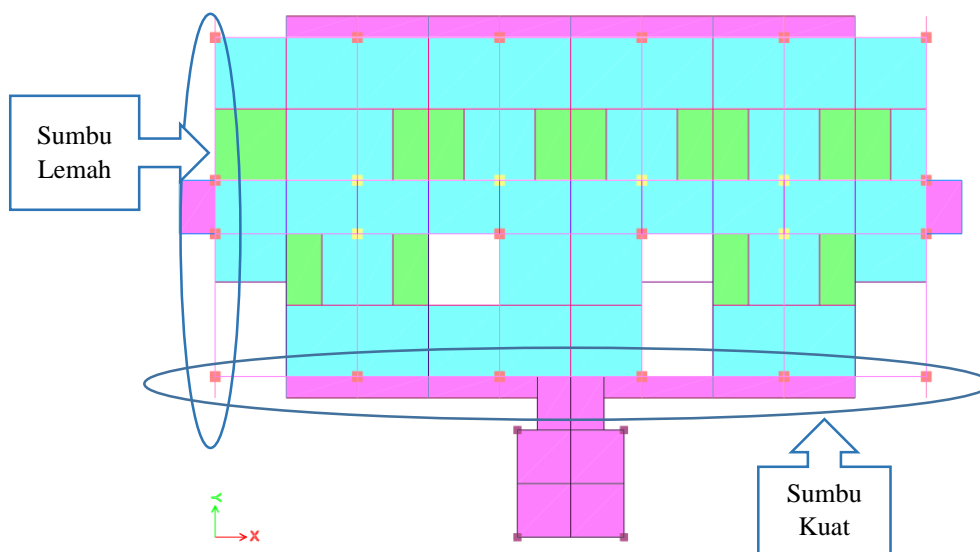


**Gambar 5. 38 Kurva Kapasitas *Pushover* Arah Y**



**Gambar 5. 39 Perbandingan Kurva Kapasitas *Pushover* Arah X dan Arah Y**

Dari Gambar 5.39 dapat dilihat bahwa kurva kapasitas arah x memiliki nilai *base shear* lebih besar dibandingkan dengan kurva kapasitas arah y, dengan nilai *base shear* maksimum untuk arah x sebesar 20105,37 kN pada *step* ke- 243 dan untuk arah y sebesar 18823,68 kN pada *Step* ke- 211. Hal ini menunjukkan bahwa untuk arah x merupakan sumbu kuat bangunan dan arah y merupakan sumbu lemah bangunan, dikarenakan pada arah x memiliki jumlah kolom dan balok yang lebih banyak daripada arah y. Hasil ini sesuai dengan penelitian Kurniati (2018), Muntafi, dkk (2018), Nugraha (2021) dan Saputra, dkk (2023), yaitu untuk kurva kapasitas dengan nilai *base shear* lebih besar berada pada sumbu kuat bangunan. Arah sumbu kuat dan sumbu lemah pada struktur gedung dapat dilihat pada Gambar 5.40 berikut.



**Gambar 5. 40 Sumbu Kuat dan Sumbu Lemah Struktur**

Pada kurva kapasitas adapun *output* lain berupa tabel *output* kurva kapasitas. Dalam tabel *output* kurva kapasitas dapat terlihat *step* awal terjadinya sendi plastis pada bangunan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

**Tabel 5. 6 Kurva Kapasitas Arah X**

<i>Step</i>	<i>Displacement (m)</i>	<i>Base Shear (kN)</i>	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
1	0,00142	211,3884	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
2	0,00284	422,7768	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
3	0,00426	634,1652	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
4	0,00568	845,5536	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
5	0,0071	1056,942	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
↓												
27	0,03834	5707,4865	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
28	0,03976	5918,8749	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
29	0,041036	6108,7591	783	1	0	0	0	784	0	0	0	784
30	0,042456	6319,2115	783	1	0	0	0	784	0	0	0	784
31	0,044514	6622,9298	781	3	0	0	0	784	0	0	0	784
↓												
242	0,351725	20105,35	507	274	1	2	0	635	137	10	2	784
243	0,351726	20105,37	507	274	1	2	0	635	137	10	2	784
244	0,351359	20033,09	507	274	1	2	0	635	137	10	2	784

**Tabel 5. 7 Kurva Kapasitas Arah Y**

<i>Step</i>	<i>Displacement (m)</i>	<i>Base Force (kN)</i>	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
1	0,00142	208,2129	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
2	0,00284	416,4258	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
3	0,00426	624,6386	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
4	0,00568	832,8515	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
5	0,0071	1041,064	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
↓												
28	0,03976	5829,9592	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
29	0,04118	6038,1719	784	0	0	0	0	784	0	0	0	784
30	0,042054	6166,253	782	2	0	0	0	784	0	0	0	784
31	0,044647	6541,9482	780	4	0	0	0	784	0	0	0	784
32	0,046067	6747,1122	780	4	0	0	0	784	0	0	0	784
↓												
210	0,311291	18792,07	526	258	0	0	0	661	98	2	23	784
211	0,312711	18823,68	526	257	1	0	0	660	97	4	23	784

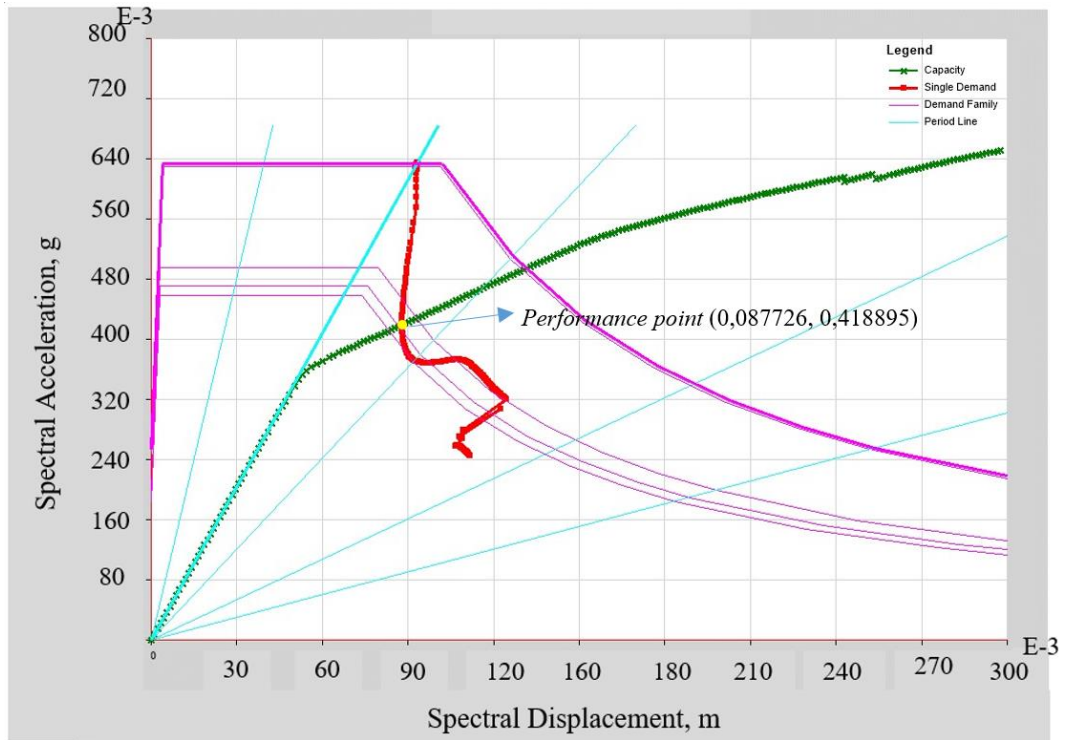
**Lanjutan Dari Tabel 5.7 Kurva Kapasitas Arah Y**

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	(m)	(kN)										
212	0,310185	18495,10	526	257	0	1	0	656	96	5	27	784

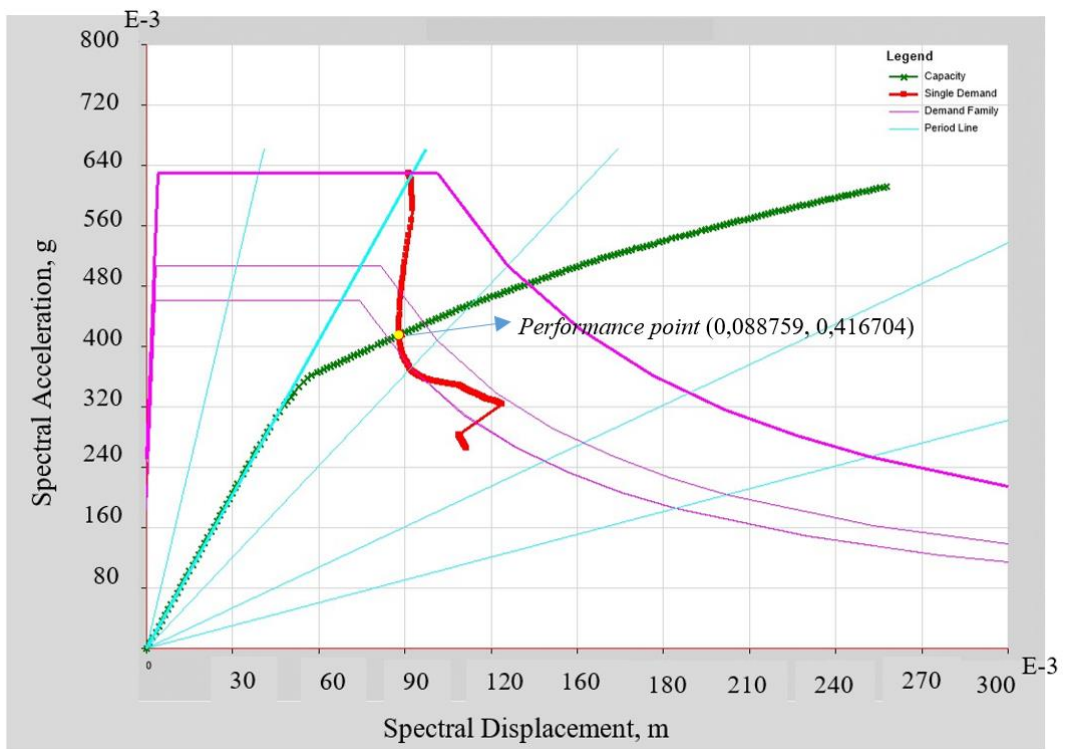
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *step* awal sendi plastis untuk arah x terjadi pada langkah 29, hal ini terlihat dari perubahan nilai yang menurun dari langkah 28 ke langkah 29, yaitu dari 784 menjadi 782. Untuk arah y terjadi pada langkah 30, hal ini terlihat dari perubahan nilai yang menurun dari langkah 29 = 784 menjadi langkah 30 = 782.

#### 5.5.2 Performance Point Berdasarkan ATC-40

Dalam menentukan *performance point* digunakan kurva kapasitas yang dihasilkan dari analisis *pushover*, yang mana untuk menentukan *performance point* kurva kapasitas dikonversi dengan bantuan program ETABS menjadi bentuk spektrum kapasitas dengan format ADRS (*Acceleration Displacement Respon spectrum*) yaitu hubungan antara  $S_a$  (*Specral Acceleration*) dan  $S_d$  (*Specral Displacement*). Berikut adalah spektrum kapasitas arah x (Gambar 5.41) dan arah y (Gambar 5.42).



**Gambar 5. 41 Spektrum Kapasitas Arah X**



**Gambar 5. 42 Spektrum Kapasitas arah Y**

*Performance point* pada Gambar 5.41 dan Gambar 5.42 di atas menunjukkan besarnya kapasitas struktur dalam memenuhi *demand* dari beban gempa rencana sesuai dengan SNI 1726-2019. Berikut adalah nilai-nilai hasil evaluasi pada saat *performance point* tercapai dapat dilihat pada Tabel 5.8.

**Tabel 5. 8 Performance Point Berdasarkan ATC-40**

Arah Beban	Base Shear (kN)	Performance Point					
		$V_t$ (kN)	$D_t$ (m)	$S_a$	$S_d$	$T_{eff}$	$\beta_{eff}$
Arah X	1767,10	12496,2	0,10959	0,4189	0,08773	0,919	0,0692
Arah Y	1767,10	12798,2	0,11821	0,4167	0,08876	0,947	0,0848

Dari Tabel 5.8 di atas dapat dilihat besarnya gaya geser dasar (*base shear*) untuk arah x  $V_t = 12496,2 \text{ kN} > V_x = 1767,10 \text{ kN}$  dan arah y  $V_t = 12498,2 \text{ kN} > V_y = 1767,10 \text{ kN}$ . Maka berdasarkan metode spektrum kapasitas (ATC-40, 1996) perilaku struktur pada arah x dan y pada gempa rencana telah mengalami kondisi in-elastis yang terjadi akibat pelelehan pada sendi-sendi plastisnya. Berikutnya untuk target *displacement* ( $D_t$ ) hasil analisis *pushover* untuk arah x sebesar 0,10959 meter dan untuk arah y sebesar 0,11821 meter, nilai target *displacement* baik untuk arah x maupun y masih dibawah nilai batasan maksimum *displacement* sebesar  $0,02 \times$  tinggi bangunan =  $0,02 \times 21,3 \text{ meter} = 0,426 \text{ meter}$ , sehingga telah memenuhi syarat.

### 5.5.3 Tingkat Kinerja Struktur

Tingkat kinerja struktur pada bangunan dapat ditentukan berdasarkan batasan rasio *drift* atap yang dievaluasi pada *performance point*, dengan parameter yang digunakan adalah maksimum total *drift* dan maksimum inelastik *drift*. Berikut adalah perhitungan nilai-nilai parameter untuk mendapatkan tingkat kinerja struktur.

#### 1. *Pushover* arah x

a. Maksimum total *drift*  $= \frac{D_t}{H}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,10959}{21,3} \\
 &= 0,005145 \\
 \text{b. Maksimum inelastik } drift &= \frac{(Dt-DI)}{H} \\
 &= \frac{(0,10959-0,00142)}{21,3} \\
 &= 0,005078
 \end{aligned}$$

Untuk nilai parameter maksimum total *drift* hasil dari perhitungan *pushover* arah x sebesar  $0,005145 < 0,01$ , berdasarkan ATC-40 Tabel 11-2 masuk kedalam kategori *Immediate Occupancy (IO)*. *Immediate occupancy* artinya bangunan aman ketika terjadi gempa, risiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, dan gedung tidak mengalami kerusakan berarti dan dapat segera difungsikan kembali. Kemudian untuk nilai parameter maksimum inelastik *drift* hasil perhitungan *pushover* arah x sebesar  $0,005078 > 0,005$ , nilai tersebut berdasarkan ATC-40 Tabel 11-2 masuk ke dalam kategori *Damage Control (DC)*. *Damage Control* artinya bangunan masih mampu menahan gempa yang terjadi, dan risiko korban jiwa sangat rendah.

## 2. *Pushover* arah y

$$\begin{aligned}
 \text{a. Maksimum total } drift &= \frac{Dt}{H} \\
 &= \frac{0,11821}{21,3} \\
 &= 0,005550 \\
 \text{b. Maksimum inelastik } drift &= \frac{(Dt-DI)}{H} \\
 &= \frac{(0,11821-0,00142)}{21,3} \\
 &= 0,005483
 \end{aligned}$$

Untuk nilai parameter maksimum total *drift* hasil dari perhitungan *pushover* arah y sebesar  $0,005550 < 0,01$ , berdasarkan ATC-40 Tabel 11-2 masuk kedalam kategori *Immediate Occupancy (IO)*. *Immediate occupancy* artinya bangunan aman ketika terjadi gempa, risiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, dan gedung tidak mengalami kerusakan berarti dan dapat segera difungsikan kembali.

kembali. Kemudian untuk nilai parameter maksimum inelastik *drift* hasil perhitungan *pushover* arah y sebesar  $0,005483 > 0,005$ , nilai tersebut berdasarkan ATC-40 Tabel 11-2 masuk ke dalam kategori *Damage Control* (DC). *Damage Control* artinya bangunan masih mampu menahan gempa yang terjadi, dan risiko korban jiwa sangat rendah.

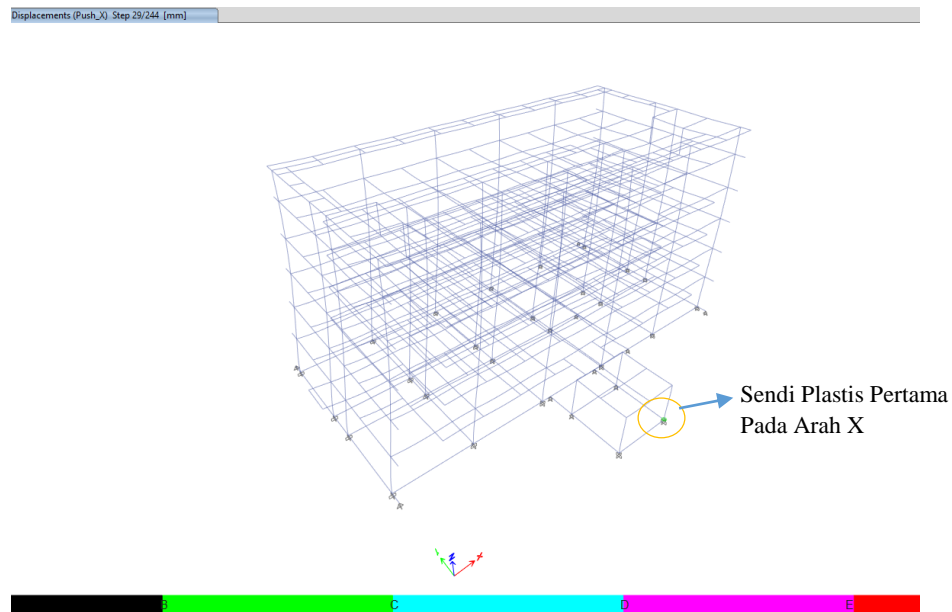
#### 5.5.4 Mekanisme Sendi Plastis

Setelah dilakukan analisis *pushover*, maka akan terlihat proses terjadinya sendi plastis pada struktur, sendi plastis pada struktur terjadi karena momen yang ditahan oleh elemen struktur lebih besar dari momen kapasitas elemen struktur. Berikut adalah penjelasan mengenai mekanisme sendi plastis yang terjadi pada arah x dan arah y.

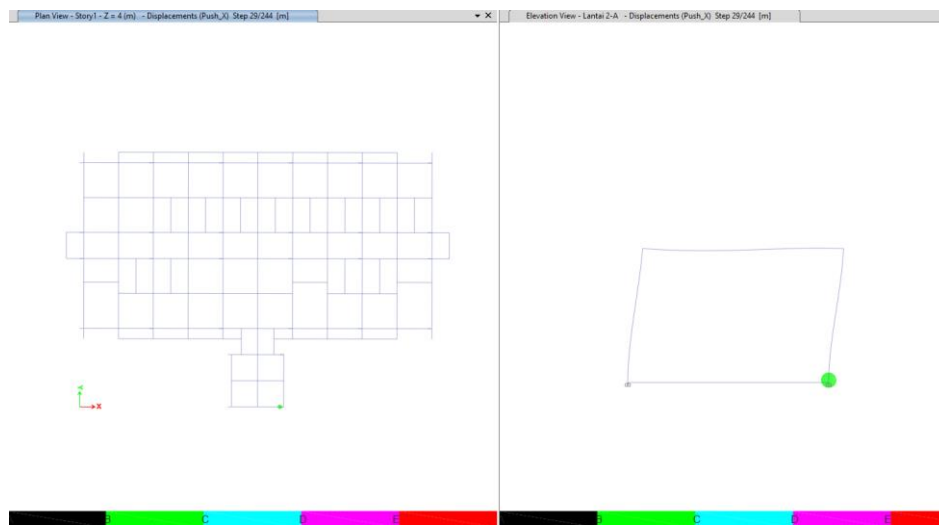
##### 1. Mekanisme sendi plastis arah x

Sendi plastis untuk arah x dengan beban gempa rencana terjadi pada balok dan kolom pada *step* ke- 29, yang mana ditandai dengan muncul titik-titik sendi plastis berwarna hijau yang berarti pada level kinerja B. level kinerja B artinya sendi plastis mulai terjadi. Berikut adalah gambar terjadinya sendi plastis pada *step*- 25, dapat dilihat pada Gambar 5.43 dan Gambar 5.44.



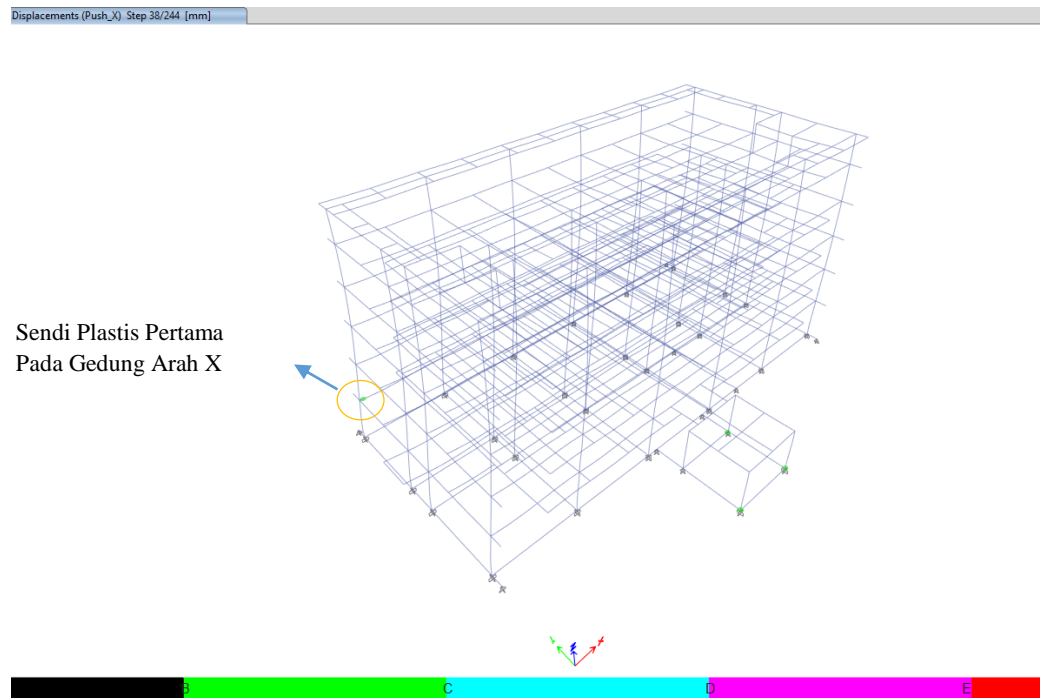


**Gambar 5. 43 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada *Step*-29 Arah X**

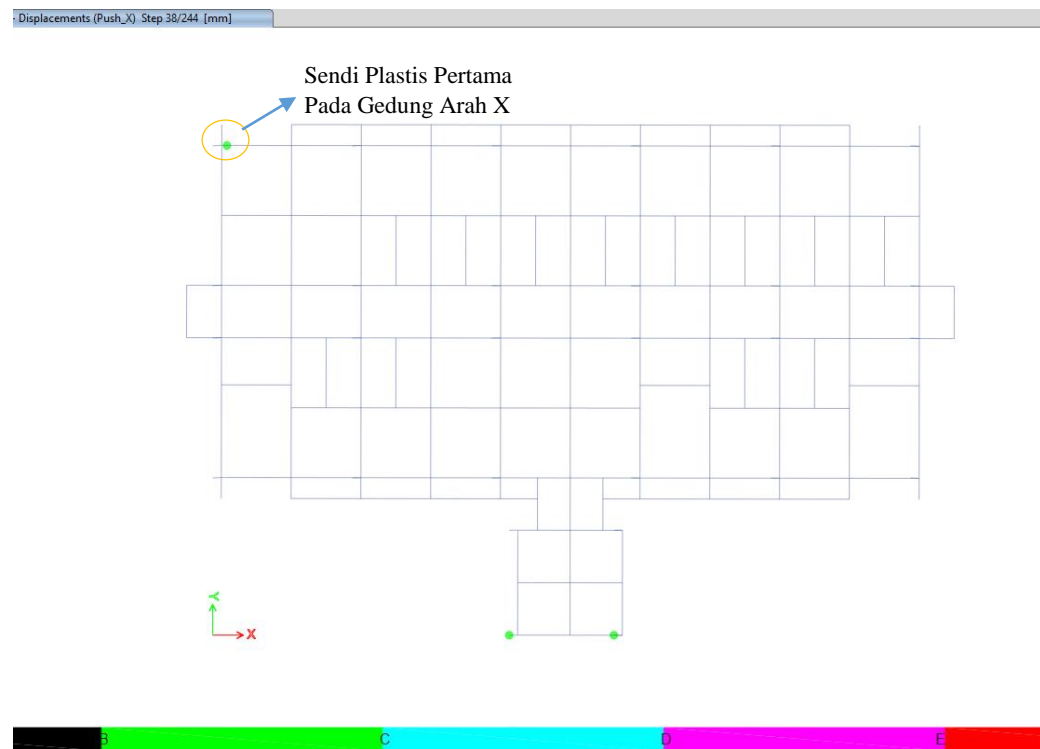


**Gambar 5. 44 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada *Step*-29 Arah X**

Dari Gambar 5.43 dan Gambar 5.44 terlihat bahwa sendi plastis pada arah x diawali pada *step* ke- 29, yang terjadi pada balok dan kolom bagian teras bangunan gedung, sedangkan untuk bagian bangunan gedung belum terjadi sendi plastis. Kemudian untuk bangunan gedung sendi plastis terjadi pada *step* ke- 38, yang terjadi pada balok. Berikut adalah gambar terjadinya sendi plastis pada bangunan gedung, dapat dilihat pada Gambar 5.45 dan Gambar 5.46.

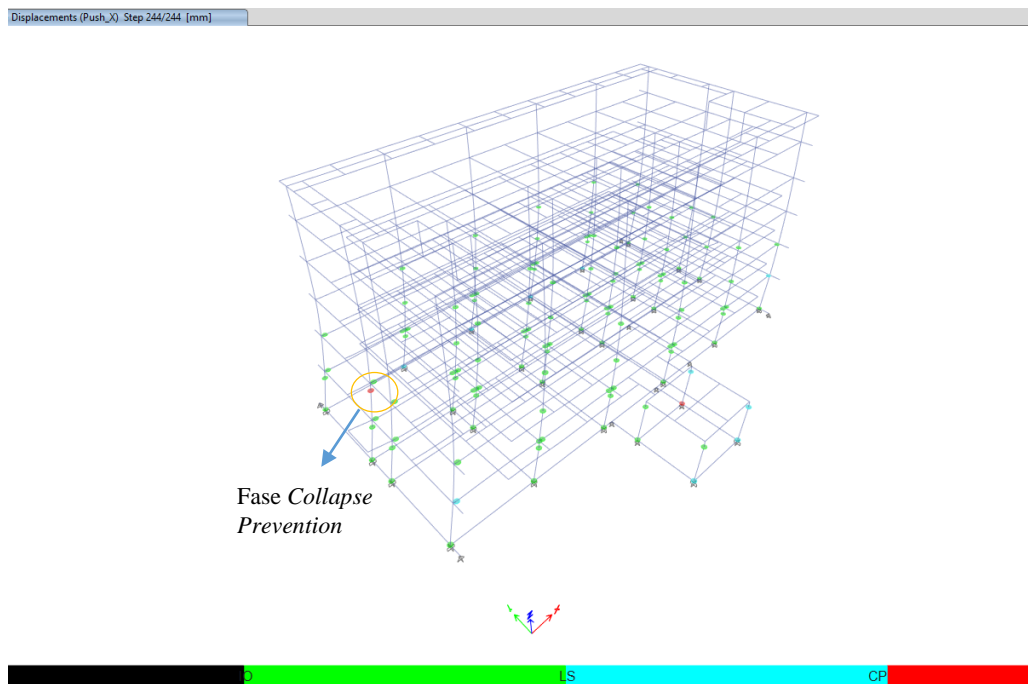


**Gambar 5. 45 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 38 Arah X Bagian Gedung**

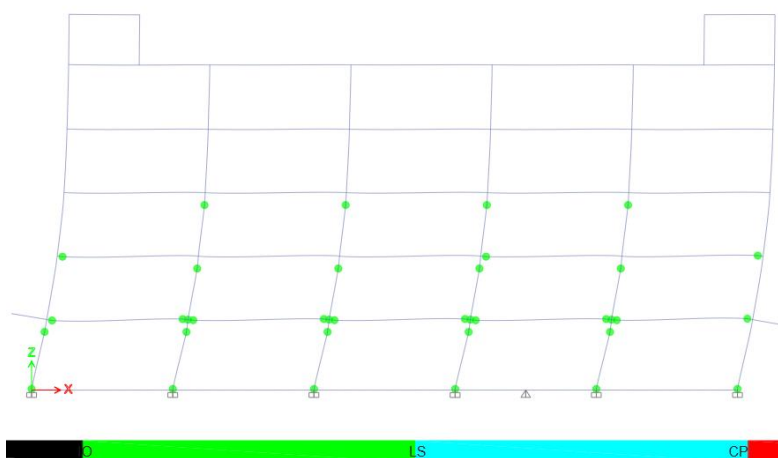


**Gambar 5. 46 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 38 Arah X Bagian Gedung**

Mekanisme sendi plastis pada arah x berakhir pada *step* ke- 244, yang mana terlihat sendi plastis sudah terjadi hampir di seluruh bangunan. Kemudian terjadi sendi plastis pada kolom yang sudah masuk kedalam fase *collapse Prevention*. *Collapse Prevention* artinya terjadi kerusakan parah pada elemen struktur sehingga kekuatan dan kekakuan berkurang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.47 dan Gambar 5.48 berikut.



**Gambar 5. 47 Distribusi Sendi Plastis Pada Step ke- 244 Arah X**

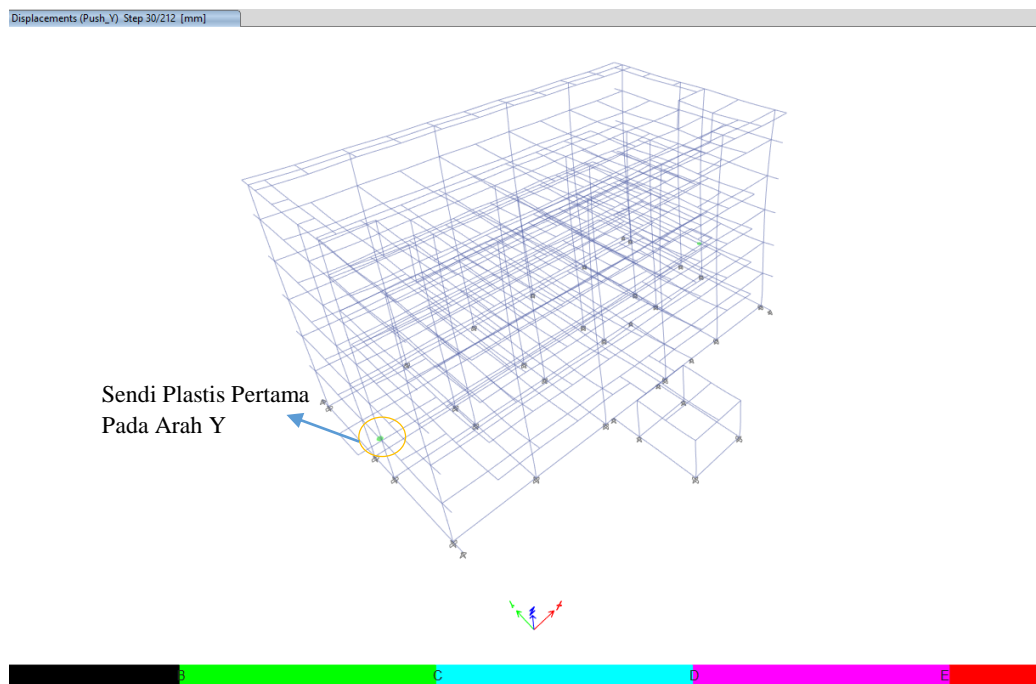


**Gambar 5. 48 Detail Sendi Plastis Pada Portal Step ke- 244 Arah X**

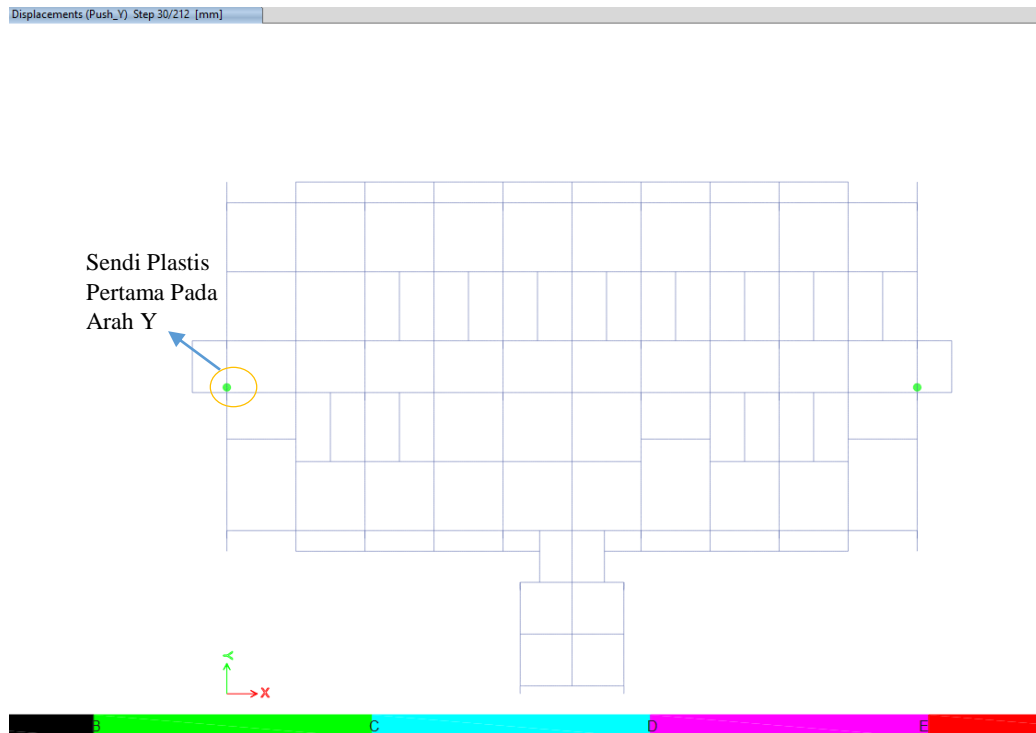
Dari mekanisme sendi plastis arah x yang terjadi untuk bagian gedung sudah sesuai dengan prinsip *strong column weak beam*, yang mana terjadi pelelehan sendi plastis diawali dari balok pada *step* ke- 38 dan berakhir pada *step* ke- 244 dengan terjadinya kerusakan pada kolom. Kerusakan kolom tersebut ditandai dengan sendi plastis pada kolom yang telah masuk ke fase *collapse prevention*. Akan tetapi pada bagian teras gedung untuk pelelehan sendi plastis diawali dari sendi plastis pada kolom yaitu pada *step* ke- 29, sehingga tidak sesuai dengan prinsip *strong column weak beam*, hal ini perlu diperhatikan karena ada potensi terjadinya keruntuhan kolom sebelum runtuhnya balok. Untuk itu perlu adanya perkuatan pada kolom di bagian teras gedung.

## 2. Mekanisme sendi plastis arah y

Sendi plastis untuk arah y dengan beban gempa rencana terjadi pada balok pada *step* ke- 30 dimana ditandai dengan muncul titik-titik sendi plastis berwarna hijau yang berarti pada level kinerja B. Level kinerja B artinya sendi plastis mulai terjadi. Berikut adalah gambar terjadinya sendi plastis pada bangunan gedung, dapat dilihat pada Gambar 5.49 dan Gambar 5.50 Berikut.

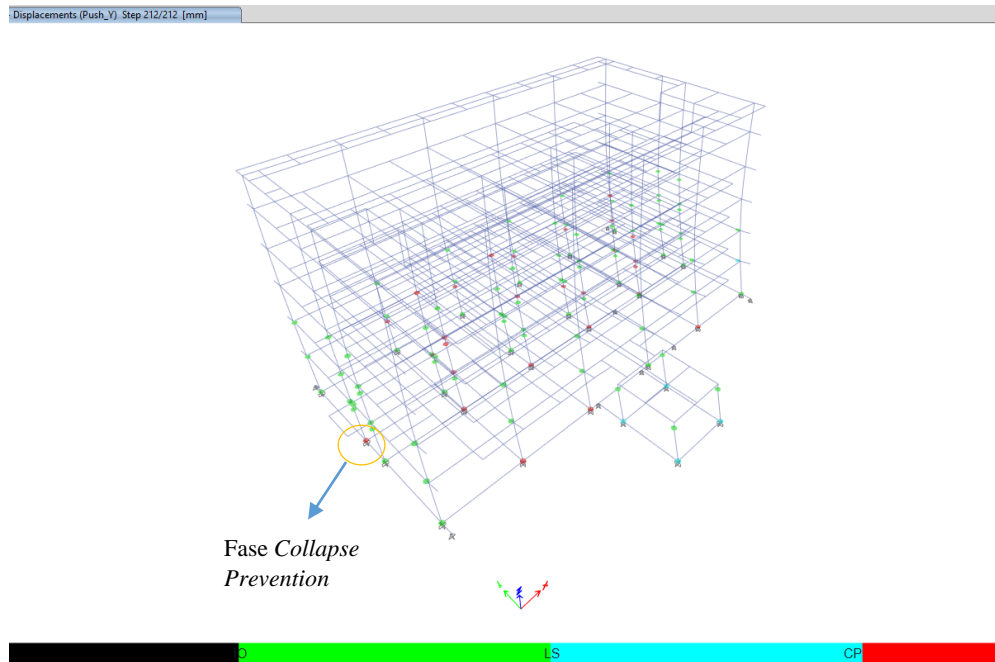


**Gambar 5. 49 Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 30 Arah Y**

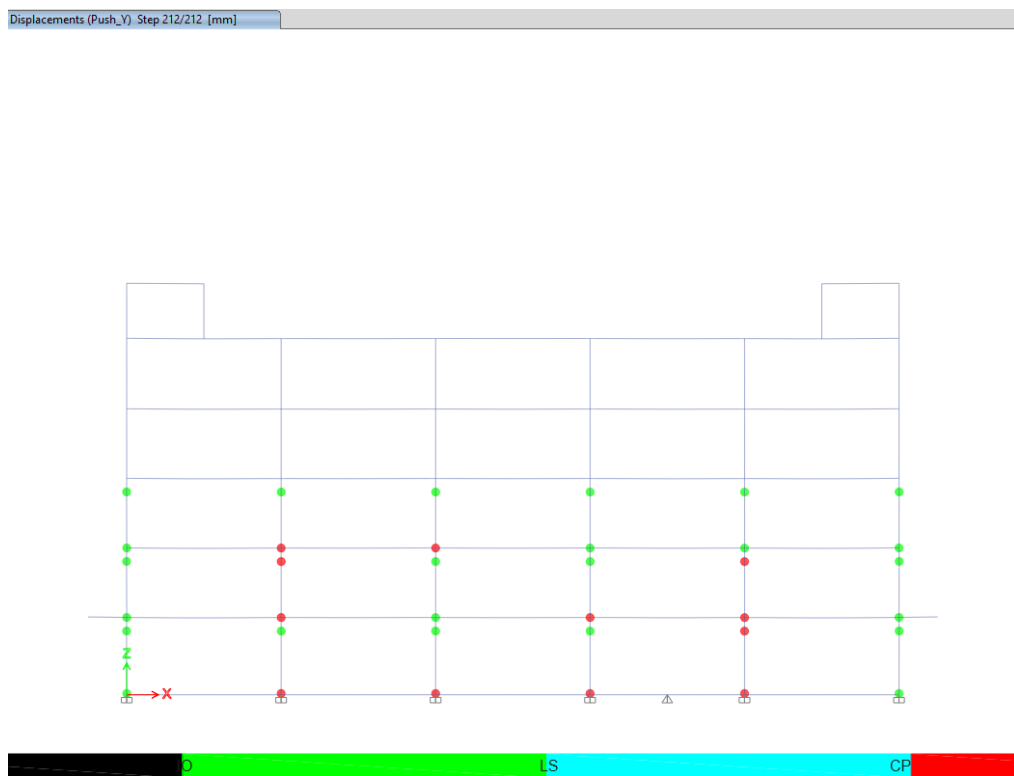


**Gambar 5. 50 Detail Terjadinya Sendi Plastis Pertama Pada Step- 30 Arah Y**

Mekanisme sendi plastis pada arah y berakhir pada *step* ke- 212, yang mana sendi plastis sudah terjadi hampir di seluruh bangunan. Kemudian terjadi sendi plastis kolom yang sudah masuk kedalam fase *collapse prevention*. *Collapse Prevention* artinya terjadi kerusakan parah pada elemen struktur sehingga kekuatan dan kekakuan berkurang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.51 dan Gambar 5.52 berikut.



**Gambar 5. 51 Distribusi Sendi Plastis Pada Step ke- 212 Arah Y**



**Gambar 5. 52 Detail Sendi Plastis Pada Portal Step ke- 212 Arah Y**

Dari mekanisme sendi plastis arah y yang terjadi untuk bagian gedung dan teras gedung sudah sesuai dengan prinsip *strong column weak beam*, yang mana terjadi pelepasan sendi plastis diawali dari balok pada *step* ke- 30 dan berakhir pada *step* ke- 212 dengan terjadinya kerusakan pada kolom. Kerusakan kolom tersebut ditandai dengan sendi plastis pada kolom yang telah masuk ke fase *collapse prevention*.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan terhadap kinerja Gedung Multazam Asrama Haji Provinsi Lampung, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan kurva kapasitas hasil dari analisis *pushover*, didapatkan nilai *base shear* untuk kurva kapasitas arah x lebih besar dibandingkan dengan kurva kapasitas arah y. Dengan nilai *base shear* maksimum untuk arah x sebesar 20105,37 kN pada *step* ke- 243 dan untuk arah y sebesar 18823,68 kN pada *Step* ke- 211. Hasil ini menunjukkan bahwa untuk arah x merupakan sumbu kuat bangunan sedangkan arah y merupakan sumbu lemah bangunan, hal tersebut dikarenakan pada sumbu kuat bangunan memiliki jumlah kolom dan balok yang lebih banyak.
2. Tingkat kinerja struktur diukur berdasarkan perhitungan parameter maksimum total *drift* dan parameter maksimum inelastik *drift*. Berdasarkan perhitungan parameter maksimum total *drift* didapatkan nilai untuk arah x sebesar 0,005145 dan arah y sebesar 0,005550, kedua nilai tersebut kurang dari 0,01 sehingga tingkat kinerja struktur masuk kedalam kategori *Immediate Occupancy* (IO). *Immediate occupancy* artinya bangunan aman ketika terjadi gempa, risiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, dan gedung tidak mengalami kerusakan berarti dan dapat segera difungsikan kembali. Kemudian berdasarkan perhitungan parameter maksimum inelastik *drift* didapatkan nilai untuk arah x sebesar 0,005078 dan arah y sebesar 0,005483, kedua nilai tersebut lebih dari 0,005 dan kurang dari 0,015 sehingga tingkat kinerja struktur masuk kedalam kategori *Damage Control* (DC). *Damage Control* artinya bangunan masih mampu menahan gempa yang terjadi, dan risiko korban jiwa sangat



rendah. Berdasarkan ATC-40 mengenai tingkat kinerja dan kondisi bangunan pasca terjadi gempa, level kinerja untuk bangunan yang difungsikan sebagai tempat tinggal adalah *Life Safety* dimana bangunan mengalami kerusakan tetapi tidak diperkenankan mengalami keruntuhan yang dapat menyebabkan korban jiwa. Kemudian dari hasil perhitungan analisis untuk level kinerja bangunan berdasarkan parameter maksimum total *drift* adalah *Immediate Occupancy* dan berdasarkan parameter maksimum inelastik *drift* adalah *Damage Control* dimana level kinerja *Immediate Occupancy* dan *Damage Control* merupakan level kinerja yang lebih baik daripada level kinerja *Life Safety* dalam menahan gaya gempa, sehingga dapat dikatakan bangunan Gedung Multazam memiliki tingkat kinerja yang baik dan aman dalam menahan gaya gempa.

3. Proses plastifikasi pada gedung yang ditinjau diawali dengan munculnya sendi plastis pada bagian balok kemudian pada bagian kolom dari gedung baik untuk arah x maupun arah y. Berdasarkan *code* ATC-40 hasil ini sesuai dengan kriteria *beam sway mechanism*. Kemudian hasil ini juga telah sesuai dengan prinsip *strong column weak beam* (SCWB) dimana terjadi pelelehan sendi plastis diawali dari balok pada *step* ke- 38 dan berakhir pada *step* ke- 244 dengan terjadinya kerusakan pada kolom, kerusakan pada kolom tersebut ditandai dengan sendi plastis pada kolom lantai 1 yang telah masuk ke fase *collapse prevention*. *Collapse prevention* artinya terjadi kerusakan parah pada elemen struktur sehingga kekuatan dan kekakuan berkurang.

## 6.2 Saran

Adapun saran untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut mengenai analisis *pushover* yang mana merupakan salah satu cara mengevaluasi kinerja struktur bangunan, maka ada beberapa saran sebagai berikut.

1. Penggunaan metode lain seperti metode FEMA 356 dan FEMA 440 dapat dilakukan untuk penelitian kedepannya sebagai pembandingan hasil analisis dari metode ATC-40.

2. Metode analisis dinamik riwayat waktu (*Time History*) dapat dilakukan pada penelitian kedepannya sebagai pembanding hasil analisis metode statik non-linear *pushover*.
3. Penggunaan komputer dalam *running* analisis disarankan menggunakan komputer dengan spesifikasi tinggi agar mempercepat proses *running* analisis dan mengurangi kemungkinan terjadi kegagalan dalam proses *running* analisis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, N. R. (2010). *Evaluasi kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program SAP 2000*. Tugas Akhir. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume I*. California: Seismic Safety Commission of California.
- ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume II*. California: Seismic Safety Commission of California.
- SNI 1726-2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1727-1989. (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, SNI 1727-1989*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Juwita, P. (2009). *Evaluasi Kinerja Inelastik Struktur Rangka Beton Bertulang Terhadap Gempa Dua Arah*. Sumatera Utara: Bidang Studi Struktur, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Peta Deagregasi Bahaya gempa Indonesia Untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kurniati, D. (2018). *Kajian Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Awana Condotel Yogyakarta*. Jurnal Rekayasa Sipil. Vol.6 No.1:85-93. Yogyakarta.
- Marianda, D. (2016). *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung "Asrama Mahasiswi UGM" Yogyakarta Menggunakan Analisa Pushover Sesuai Pedoman ATC-40*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Muntafi, Y. (2008). *Evaluasi Kinerja Seismik Gedung Simetri Empat Lantai dengan Analisis Statik Nonlinier (Pushover)*. Tugas Akhir. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

- Muntafi, Y. (2012). Simposium Nasional RAPI XI FT UMS 2012. *Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung DPU Wilayah Kabupaten Wonogiri Dengan Analisis Pushover*, pp. 68-75.
- Muntafi, Y. (2018). *Damage and loss probability assessment of reinforced concrete building due to Yogyakarta earthquake scenario using pushover and hazus analysis (case study: student center building, faculty of social science, UNY)*. Prosiding International Conference on Disaster Management (ICDM). Padang, Indonesia. MATEC Web of Conferences 229, pp. 1-9.
- Nugraha, H. (2021). *Evaluasi Kinerja Seismik Gedung APSLC UGM Dengan Metode Analisis Pushover Sesuai Peraturan SNI 1726-2019*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- PT. Pandu Persada. (2018). *Laporan Faktual Penyelidikan Tanah Lapangan Perencanaan Pembangunan Asrama Hasi Bandar Lampung*.
- PT. Pandu Persada (2018). *Perencanaan Revitalisasi Pengembangan Asrama Haji Provinsi Lampung Untuk Pembangunan Gedung Multazam dan Fasilitas Pendukung*.
- Saputra, R. S., RM, R. A., dan Masrilayanti. (2023). *Evaluasi Struktur Kampus II Universitas Muhammadiyah, Sumatera Barat Dengan Analisis Statik Non-Linear Pushover*. Jurnal Darma Agung. Vol.31 No.4:528-540. Sumatera Barat.
- Syahira, M. S. (2023). *Evaluasi Kinerja Struktur Atas Pada Desain Gedung Perkantoran Menggunakan Analisis Pushover Berdasarkan ATC-40*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

# **LAMPIRAN 1**

**Tabel Hasil Analisis Pushover Pada Arah X dan Arah Y**

**Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
0	0	0	784	0	0	0
1	0,00142	211,3884	784	0	0	0
2	0,00284	422,7768	784	0	0	0
3	0,00426	634,1652	784	0	0	0
4	0,00568	845,5536	784	0	0	0
5	0,0071	1056,942	784	0	0	0
6	0,00852	1268,3304	784	0	0	0
7	0,00994	1479,7188	784	0	0	0
8	0,01136	1691,1071	784	0	0	0
9	0,01278	1902,4955	784	0	0	0
10	0,0142	2113,8839	784	0	0	0
11	0,01562	2325,2723	784	0	0	0
12	0,01704	2536,6607	784	0	0	0
13	0,01846	2748,0491	784	0	0	0
14	0,01988	2959,4375	784	0	0	0
15	0,0213	3170,8259	784	0	0	0
16	0,02272	3382,2143	784	0	0	0
17	0,02414	3593,6027	784	0	0	0
18	0,02556	3804,991	784	0	0	0
19	0,02698	4016,3794	784	0	0	0
20	0,0284	4227,7678	784	0	0	0
21	0,02982	4439,1562	784	0	0	0
22	0,03124	4650,5446	784	0	0	0
23	0,03266	4861,933	784	0	0	0
24	0,03408	5073,3214	784	0	0	0
25	0,0355	5284,7098	784	0	0	0
26	0,03692	5496,0981	784	0	0	0
27	0,03834	5707,4865	784	0	0	0
28	0,03976	5918,8749	784	0	0	0
29	0,041036	6108,7591	783	1	0	0
30	0,042456	6319,2115	783	1	0	0
31	0,044514	6622,9298	781	3	0	0
32	0,045934	6831,9777	781	3	0	0
33	0,047354	7041,0255	781	3	0	0
34	0,048774	7250,0734	781	3	0	0
35	0,050194	7459,1212	781	3	0	0
36	0,051614	7668,0893	781	3	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
37	0,053034	7877,0575	781	3	0	0
38	0,055206	8195,9378	780	4	0	0
39	0,056626	8404,0953	778	6	0	0
40	0,058208	8632,2564	776	8	0	0
41	0,059628	8835,7728	776	8	0	0
42	0,061048	9039,2891	775	9	0	0
43	0,062848	9293,0747	771	13	0	0
44	0,065335	9636,4625	763	21	0	0
45	0,067139	9877,7216	753	31	0	0
46	0,068836	10085,4503	733	51	0	0
47	0,070509	10257,4356	721	63	0	0
48	0,072425	10420,3872	708	76	0	0
49	0,074743	10585,4347	698	86	0	0
50	0,077036	10735,953	690	94	0	0
51	0,079749	10904,6851	684	100	0	0
52	0,081169	10986,7418	681	103	0	0
53	0,083715	11135,6987	674	110	0	0
54	0,085135	11210,9392	673	111	0	0
55	0,086555	11290,7888	672	112	0	0
56	0,087975	11369,0538	671	113	0	0
57	0,089395	11441,8226	671	113	0	0
58	0,090815	11522,2682	671	113	0	0
59	0,092235	11599,6739	671	113	0	0
60	0,093655	11674,8553	670	114	0	0
61	0,095075	11749,3626	670	114	0	0
62	0,096495	11827,1476	669	115	0	0
63	0,097915	11897,9994	669	115	0	0
64	0,099335	11974,8643	669	115	0	0
65	0,100755	12050,424	669	115	0	0
66	0,102175	12119,3193	667	117	0	0
67	0,103595	12195,14	667	117	0	0
68	0,105015	12267,5773	666	118	0	0
69	0,106435	12337,6858	666	118	0	0
70	0,107855	12409,8805	666	118	0	0
71	0,109275	12480,1626	665	119	0	0
72	0,110695	12552,3739	665	119	0	0
73	0,112115	12623,2659	665	119	0	0
74	0,113535	12693,3496	665	119	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
75	0,114955	12764,5039	665	119	0	0
76	0,116375	12835,0047	664	120	0	0
77	0,117795	12904,5932	663	121	0	0
78	0,119215	12975,706	662	122	0	0
79	0,120635	13045,5147	661	123	0	0
80	0,122055	13117,062	661	123	0	0
81	0,123475	13186,2608	661	123	0	0
82	0,124895	13256,0934	661	123	0	0
83	0,126315	13326,6931	661	123	0	0
84	0,127735	13397,0924	661	123	0	0
85	0,129155	13466,1935	658	126	0	0
86	0,130575	13536,5654	655	129	0	0
87	0,131995	13605,6989	652	132	0	0
88	0,133415	13674,5246	649	135	0	0
89	0,134835	13742,048	646	138	0	0
90	0,136255	13810,2894	645	139	0	0
91	0,137675	13877,8379	643	141	0	0
92	0,139095	13945,2011	641	143	0	0
93	0,140515	14012,3883	640	144	0	0
94	0,141935	14079,1209	638	146	0	0
95	0,143355	14145,7946	637	147	0	0
96	0,144775	14212,2907	632	152	0	0
97	0,146195	14277,0771	631	153	0	0
98	0,147615	14341,9678	629	155	0	0
99	0,149035	14405,8167	629	155	0	0
100	0,150455	14469,8649	629	155	0	0
101	0,151875	14534,5824	628	156	0	0
102	0,153295	14598,9609	628	156	0	0
103	0,154715	14664,142	627	157	0	0
104	0,156135	14728,0754	627	157	0	0
105	0,157555	14792,5488	627	157	0	0
106	0,158975	14856,0156	627	157	0	0
107	0,160395	14919,9985	627	157	0	0
108	0,161815	14984,2361	627	157	0	0
109	0,163235	15049,0665	627	157	0	0
110	0,164655	15113,3367	627	157	0	0
111	0,166075	15177,5717	627	157	0	0
112	0,167495	15241,7168	627	157	0	0



**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
113	0,168915	15305,2557	627	157	0	0
114	0,170335	15369,755	627	157	0	0
115	0,171755	15433,3584	627	157	0	0
116	0,173175	15497,7859	626	158	0	0
117	0,174595	15562,5501	626	158	0	0
118	0,176015	15626,262	624	160	0	0
119	0,177435	15690,6027	624	160	0	0
120	0,178855	15753,9912	623	161	0	0
121	0,180275	15818,0875	622	162	0	0
122	0,181695	15880,879	620	164	0	0
123	0,183115	15943,1266	619	165	0	0
124	0,184535	16005,2628	618	166	0	0
125	0,185955	16066,4831	613	171	0	0
126	0,187375	16126,188	609	175	0	0
127	0,188795	16186,5498	608	176	0	0
128	0,190215	16244,0436	602	182	0	0
129	0,191635	16300,6633	598	186	0	0
130	0,193055	16356,2915	594	190	0	0
131	0,194475	16409,2228	589	195	0	0
132	0,195895	16462,2429	579	205	0	0
133	0,197315	16512,8887	576	208	0	0
134	0,198735	16560,4433	573	211	0	0
135	0,200155	16608,8235	568	216	0	0
136	0,201575	16655,5872	567	217	0	0
137	0,202995	16699,3861	566	218	0	0
138	0,204415	16744,2158	565	219	0	0
139	0,205835	16787,8614	565	219	0	0
140	0,207255	16830,5313	565	219	0	0
141	0,208675	16874,174	565	219	0	0
142	0,210095	16916,9346	564	220	0	0
143	0,211515	16960,8594	564	220	0	0
144	0,212935	17003,4093	564	220	0	0
145	0,214355	17045,5994	564	220	0	0
146	0,215775	17088,8371	564	220	0	0
147	0,217195	17130,1167	564	220	0	0
148	0,218615	17172,9305	564	220	0	0
149	0,220035	17214,3347	564	220	0	0
150	0,221455	17257,2526	563	221	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
151	0,222875	17299,0363	563	221	0	0
152	0,224295	17340,6798	562	222	0	0
153	0,225715	17382,5661	561	223	0	0
154	0,227135	17422,4453	557	227	0	0
155	0,228555	17463,3168	555	229	0	0
156	0,229975	17503,4671	555	229	0	0
157	0,231395	17542,3137	555	229	0	0
158	0,232815	17581,9301	555	229	0	0
159	0,234235	17622,0446	555	229	0	0
160	0,235655	17661,04	555	229	0	0
161	0,237075	17700,164	555	229	0	0
162	0,238495	17739,9092	554	230	0	0
163	0,239915	17778,0767	553	231	0	0
164	0,241335	17817,5049	550	234	0	0
165	0,242755	17855,9949	549	235	0	0
166	0,244175	17891,7604	547	237	0	0
167	0,245595	17929,7643	547	237	0	0
168	0,247015	17967,3773	544	240	0	0
169	0,248435	18002,885	544	240	0	0
170	0,249855	18040,1775	543	241	0	0
171	0,251275	18077,0997	541	243	0	0
172	0,252695	18112,2755	540	244	0	0
173	0,254115	18147,7085	540	244	0	0
174	0,255535	18182,3161	539	245	0	0
175	0,256955	18217,8662	539	245	0	0
176	0,258375	18253,2719	539	245	0	0
177	0,259795	18288,5694	538	246	0	0
178	0,261215	18321,806	537	247	0	0
179	0,262635	18356,3776	535	249	0	0
180	0,264055	18390,0542	534	250	0	0
181	0,265475	18423,8152	534	250	0	0
182	0,266895	18457,4524	533	251	0	0
183	0,268315	18489,4864	533	251	0	0
184	0,269735	18523,9725	533	251	0	0
185	0,271155	18558,6045	533	251	0	0
186	0,272575	18591,2493	533	251	0	0
187	0,273995	18624,1241	533	251	0	0
188	0,275415	18657,2488	532	252	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
189	0,276835	18690,9917	532	252	0	0
190	0,278255	18723,8692	532	252	0	0
191	0,279675	18755,9503	532	252	0	0
192	0,281095	18789,0954	531	253	0	0
193	0,282515	18822,1575	530	254	0	0
194	0,283935	18854,7029	527	257	0	0
195	0,285355	18886,1536	526	258	0	0
196	0,286775	18917,7863	526	258	0	0
197	0,288195	18950,0129	526	258	0	0
198	0,289615	18981,9567	525	258	1	0
199	0,289619	18786,4875	524	259	0	1
200	0,292148	18877,8711	524	259	0	1
201	0,293568	18922,6532	524	259	0	1
202	0,294988	18961,9679	524	259	0	1
203	0,296408	19000,7178	524	259	0	1
204	0,297828	19037,6546	524	259	0	1
205	0,299248	19074,6118	523	260	0	1
206	0,300668	19109,4122	523	259	1	1
207	0,300672	18860,7083	522	260	0	2
208	0,302092	18925,2953	522	260	0	2
209	0,303512	18981,6727	522	260	0	2
210	0,304932	19030,6199	522	260	0	2
211	0,307705	19109,7447	522	260	0	2
212	0,309125	19145,4984	522	260	0	2
213	0,310545	19181,0459	522	260	0	2
214	0,311965	19216,3376	522	260	0	2
215	0,313385	19251,4792	522	260	0	2
216	0,314805	19286,2311	522	260	0	2
217	0,316225	19320,9996	522	260	0	2
218	0,317645	19355,9415	521	261	0	2
219	0,319065	19390,7848	521	261	0	2
220	0,320485	19424,9421	521	261	0	2
221	0,321905	19457,3775	520	262	0	2
222	0,323325	19490,4311	518	264	0	2
223	0,324745	19522,5316	518	264	0	2
224	0,326165	19554,308	517	265	0	2
225	0,327585	19587,0917	517	265	0	2
226	0,329005	19618,8063	517	265	0	2

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah X**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
227	0,330425	19649,5172	516	266	0	2
228	0,331845	19680,91	516	266	0	2
229	0,333265	19712,7586	516	266	0	2
230	0,334685	19743,6638	516	266	0	2
231	0,336105	19775,0494	516	266	0	2
232	0,337525	19804,9985	516	266	0	2
233	0,338945	19836,042	516	266	0	2
234	0,340365	19866,8069	515	267	0	2
235	0,341785	19896,5894	514	268	0	2
236	0,343205	19925,3406	513	269	0	2
237	0,344625	19955,7274	513	269	0	2
238	0,346045	19986,2695	513	269	0	2
239	0,347465	20016,1715	511	271	0	2
240	0,348885	20045,1426	509	273	0	2
241	0,350305	20075,213	507	275	0	2
242	0,351725	20105,35	507	274	1	2
243	0,351726	20105,37	507	274	1	2
244	0,351359	20033,0945	507	274	1	2

Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y

Step	Monitored Displacement (m)	Base Force (kN)	A-B	B-C	C-D	D-E
0	0	0	784	0	0	0
1	0,00142	208,2129	784	0	0	0
2	0,00284	416,4258	784	0	0	0
3	0,00426	624,6386	784	0	0	0
4	0,00568	832,8515	784	0	0	0
5	0,0071	1041,0644	784	0	0	0
6	0,00852	1249,2772	784	0	0	0
7	0,00994	1457,4901	784	0	0	0
8	0,01136	1665,7029	784	0	0	0
9	0,01278	1873,9158	784	0	0	0
10	0,0142	2082,1286	784	0	0	0
11	0,01562	2290,3415	784	0	0	0
12	0,01704	2498,5543	784	0	0	0
13	0,01846	2706,7672	784	0	0	0
14	0,01988	2914,98	784	0	0	0
15	0,0213	3123,1928	784	0	0	0
16	0,02272	3331,4056	784	0	0	0
17	0,02414	3539,6185	784	0	0	0
18	0,02556	3747,8313	784	0	0	0
19	0,02698	3956,0441	784	0	0	0
20	0,0284	4164,2569	784	0	0	0
21	0,02982	4372,4697	784	0	0	0
22	0,03124	4580,6825	784	0	0	0
23	0,03266	4788,8953	784	0	0	0
24	0,03408	4997,1081	784	0	0	0
25	0,0355	5205,3208	784	0	0	0
26	0,03692	5413,5336	784	0	0	0
27	0,03834	5621,7464	784	0	0	0
28	0,03976	5829,9592	784	0	0	0
29	0,04118	6038,1719	784	0	0	0
30	0,042054	6166,253	782	2	0	0
31	0,044647	6541,9482	780	4	0	0
32	0,046067	6747,1122	780	4	0	0
33	0,047487	6952,4548	778	6	0	0
34	0,049732	7271,3255	774	10	0	0
35	0,051152	7471,7283	774	10	0	0
36	0,052572	7672,2748	772	12	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
37	0,054485	7936,0251	764	20	0	0
38	0,055905	8127,1434	764	20	0	0
39	0,057325	8317,7234	764	20	0	0
40	0,060001	8673,1674	761	23	0	0
41	0,061719	8897,1197	752	32	0	0
42	0,063796	9151,2104	748	36	0	0
43	0,065216	9319,3407	747	37	0	0
44	0,066636	9486,6662	744	40	0	0
45	0,068133	9659,387	733	51	0	0
46	0,070247	9882,5298	725	59	0	0
47	0,072279	10085,357	716	68	0	0
48	0,074111	10252,856	704	80	0	0
49	0,075573	10363,609	701	83	0	0
50	0,077974	10523,621	692	92	0	0
51	0,079394	10609,039	689	95	0	0
52	0,080814	10692,349	682	102	0	0
53	0,082234	10771,408	680	104	0	0
54	0,083654	10850,109	678	106	0	0
55	0,085074	10927,558	678	106	0	0
56	0,086494	11004,816	678	106	0	0
57	0,087914	11082,046	678	106	0	0
58	0,089334	11159,506	678	106	0	0
59	0,090754	11236,327	675	109	0	0
60	0,092174	11313,207	672	112	0	0
61	0,093594	11389,235	672	112	0	0
62	0,095014	11465,758	672	112	0	0
63	0,096434	11541,648	671	113	0	0
64	0,097854	11617,848	671	113	0	0
65	0,099274	11692,949	669	115	0	0
66	0,100694	11769,541	668	116	0	0
67	0,103497	11917,357	665	119	0	0
68	0,104917	11991,214	662	122	0	0
69	0,106337	12064,063	662	122	0	0
70	0,107757	12133,786	659	125	0	0
71	0,109177	12205,028	656	128	0	0
72	0,110597	12272,985	656	128	0	0
73	0,112017	12343,506	656	128	0	0
74	0,113437	12411,299	654	130	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
75	0,114857	12481,411	654	130	0	0
76	0,116277	12550,138	654	130	0	0
77	0,117697	12619,283	653	131	0	0
78	0,119117	12688,299	652	132	0	0
79	0,120537	12756,152	651	133	0	0
80	0,121957	12823,805	650	134	0	0
81	0,123377	12891,823	648	136	0	0
82	0,124797	12958,895	648	136	0	0
83	0,126217	13026,066	648	136	0	0
84	0,127637	13093,161	648	136	0	0
85	0,129057	13160,246	648	136	0	0
86	0,130477	13227,283	648	136	0	0
87	0,131897	13294,266	647	137	0	0
88	0,133317	13361,066	644	140	0	0
89	0,134737	13427,195	641	143	0	0
90	0,136157	13493,105	636	148	0	0
91	0,137577	13557,882	633	151	0	0
92	0,138997	13619,441	631	153	0	0
93	0,140417	13679,405	630	154	0	0
94	0,141837	13737,203	630	154	0	0
95	0,143257	13796,193	627	157	0	0
96	0,144677	13853,957	622	162	0	0
97	0,146097	13911,48	621	163	0	0
98	0,147517	13966,464	618	166	0	0
99	0,148937	14022,026	618	166	0	0
100	0,150357	14076,464	618	166	0	0
101	0,151777	14132,004	617	167	0	0
102	0,153197	14185,382	616	168	0	0
103	0,154617	14239,73	614	170	0	0
104	0,156037	14293,835	612	172	0	0
105	0,157457	14346,778	612	172	0	0
106	0,158877	14399,48	612	172	0	0
107	0,160297	14452,305	612	172	0	0
108	0,161717	14505,331	612	172	0	0
109	0,163137	14558,181	612	172	0	0
110	0,164557	14610,477	612	172	0	0
111	0,165977	14663,67	612	172	0	0
112	0,167397	14716,149	612	172	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
113	0,168817	14768,853	612	172	0	0
114	0,170237	14820,964	612	172	0	0
115	0,171657	14875,885	612	172	0	0
116	0,173077	14928,347	611	173	0	0
117	0,174497	14981,57	611	173	0	0
118	0,175917	15033,451	610	174	0	0
119	0,177337	15086,063	610	174	0	0
120	0,178757	15138,39	607	177	0	0
121	0,180177	15188,927	605	179	0	0
122	0,181597	15238,682	604	180	0	0
123	0,183017	15289,704	603	181	0	0
124	0,184437	15338,862	603	181	0	0
125	0,185857	15389,611	602	182	0	0
126	0,187277	15439,167	602	182	0	0
127	0,188697	15488,95	602	182	0	0
128	0,190117	15538,478	601	183	0	0
129	0,191537	15588,272	598	186	0	0
130	0,192957	15637,294	598	186	0	0
131	0,194377	15685,886	598	186	0	0
132	0,195797	15734,225	598	186	0	0
133	0,197217	15783,322	598	186	0	0
134	0,198637	15831,351	598	186	0	0
135	0,200057	15880,276	593	191	0	0
136	0,201477	15926,214	589	195	0	0
137	0,202897	15970,548	585	199	0	0
138	0,204317	16012,743	584	200	0	0
139	0,205737	16055,648	584	200	0	0
140	0,207157	16097,885	584	200	0	0
141	0,208577	16137,927	584	200	0	0
142	0,210471	16193,525	584	200	0	0
143	0,211891	16234,564	584	200	0	0
144	0,213311	16275,19	584	200	0	0
145	0,214731	16317,25	584	200	0	0
146	0,216151	16358,445	584	200	0	0
147	0,217571	16399,633	584	200	0	0
148	0,219701	16459,408	584	200	0	0
149	0,221121	16502,345	584	200	0	0
150	0,222541	16542,256	584	200	0	0



**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
151	0,225026	16614,676	584	200	0	0
152	0,226446	16656,399	582	202	0	0
153	0,227866	16695,659	580	204	0	0
154	0,230351	16766,574	577	207	0	0
155	0,231771	16806,645	576	208	0	0
156	0,233191	16846,29	576	208	0	0
157	0,234611	16886,732	574	210	0	0
158	0,237096	16954,646	573	211	0	0
159	0,238516	16992,521	573	211	0	0
160	0,239936	17031,656	570	214	0	0
161	0,241711	17078,193	569	215	0	0
162	0,243131	17117,967	569	215	0	0
163	0,244551	17154,911	568	216	0	0
164	0,245971	17194,615	566	218	0	0
165	0,247391	17231,738	565	219	0	0
166	0,248811	17270,938	564	220	0	0
167	0,250231	17308,204	564	220	0	0
168	0,251651	17346,068	563	221	0	0
169	0,253071	17384,04	563	221	0	0
170	0,254491	17422,285	562	222	0	0
171	0,255911	17459,71	562	222	0	0
172	0,257331	17497,816	562	222	0	0
173	0,258751	17536,045	560	224	0	0
174	0,260171	17573,375	556	228	0	0
175	0,261591	17610,99	550	234	0	0
176	0,263011	17646,6	547	237	0	0
177	0,264431	17682,61	546	238	0	0
178	0,265851	17717,657	545	239	0	0
179	0,267271	17752,666	544	240	0	0
180	0,268691	17787,502	544	240	0	0
181	0,270111	17822,226	543	241	0	0
182	0,271531	17857,131	543	241	0	0
183	0,272951	17891,968	542	242	0	0
184	0,274371	17925,691	542	242	0	0
185	0,275791	17960,595	541	243	0	0
186	0,277211	17994,654	541	243	0	0
187	0,278631	18030,078	541	243	0	0
188	0,280051	18063,963	540	244	0	0

**Lanjutan Dari Tabel Hasil Analisis Pushover Arah Y**

<b>Step</b>	<b>Monitored Displacement (m)</b>	<b>Base Force (kN)</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>
189	0,281471	18098,913	540	244	0	0
190	0,282891	18132,595	540	244	0	0
191	0,284311	18166,865	540	244	0	0
192	0,285731	18201,006	540	244	0	0
193	0,287151	18235,168	537	247	0	0
194	0,288571	18268,029	535	249	0	0
195	0,289991	18302,249	535	249	0	0
196	0,291411	18335,403	534	250	0	0
197	0,292831	18369,351	533	251	0	0
198	0,294251	18402,107	530	254	0	0
199	0,295671	18435,142	529	255	0	0
200	0,297091	18467,447	529	255	0	0
201	0,298511	18500,007	529	255	0	0
202	0,299931	18532,415	529	255	0	0
203	0,301351	18564,696	529	255	0	0
204	0,302771	18596,686	529	255	0	0
205	0,304191	18629,177	529	255	0	0
206	0,305611	18661,354	529	255	0	0
207	0,307031	18694,649	529	255	0	0
208	0,308451	18726,432	528	256	0	0
209	0,309871	18759,598	528	256	0	0
210	0,311291	18792,071	526	258	0	0
211	0,312711	18823,676	526	257	1	0
212	0,310185	18495,098	526	257	0	1

# **LAMPIRAN 2**

**Hasil Pengujian SPT (*Standard Penetration Test*)**

**Tabel Hasil Pengujian SPT (Standard Penetration Test) Titik BH.1**

Keterangan :										Proyek	Rencana Pembangunan Gedung Asrama Haji			
										No. titik	BH.1	Tipe Mesin	Kano	
										Lokasi	Asrama Haji	Tipe Penginti	Single	
										Kota/Kab	Bandar Lampung	Dia. Penginti	73 mm	
										Provinsi	LAMPUNG	Jml Kedalaman	30 m	
										Dia.Casing	89 mm	MAT (m)	4	
										Koordinat	S = 5 21 32.1	Juru Bor	Iwan	
											E = 105 14 21.2	Pen. Jawab	Roni Purawinata	
Tanggal	Kedalaman (m)	Cara Pemboran	Kedalaman Casing	Core Recovery (%)	N-SPT					Grafik SPT	Contoh Tanah	MAT	Profil Bor	Deksripsi Tanah/ Batuan
10-13 Januari 2018	1	Bor kering	-18m		N1	N2	N3	N2+N3	N'		SPT-1		Lempung warna coklat kemerahan konsistensi keras	
	2				3	6	10	36	12		U05-1			
	3				4	10	13	23	17		SPT-2		Lempung warna coklat keabu-abuan konsistensi sangat keras	
	4				18	20	32	60	45		DS-1		Batu pasir warna coklat bintik putih sangat padat	
	5				10	20	31	51	48		SPT-3		Pasir warna abu abu sangat padat	
	6				15	24	30	54	51		SPT-4		Lempung pasiran warna coklat abu-abu konsistensi sangat keras	
	7				11	22	33	55	55		SPT-5		Pasir halus warna abu abu putih sangat padat	
	8				20	26	34	60	60		SPT-6		Pasir kasar warna abu abu putih sangat padat	
	9				18	26	34	60	60		SPT-7		Batu pasir warna abu abu putih sangat padat	
	10				16	25	35	60	60		SPT-8		Pasir halus warna coklat kehitaman sangat padat	
	11				11	26	33	59	60		SPT-9			
	12				13	24	36	60	60		SPT-10			
	13				16	20	32	60	60		SPT-11			
	14				20	29	31	60	60		SPT-12			
	15				19	20	32	60	60		SPT-13			
16	25	30	30	60	60	SPT-14								
17	25	30	30	60	60	SPT-15								

Note : Sample Spiral Cutting SPT





**Tabel Hasil Pengujian SPT (Standard Penetration Test) Titik BH.2**

Keterangan :		Proyek			
		Rencana Pembangunan Gedung Asrama Haji			
		No. titik	BH.2	Tipe Mesin	Kano
		Lokasi	Asrama Haji	Tipe Penginti	Single
		Kota/Kab	Bandar Lampung	Dia. Penginti	73 mm
		Provinsi	LAMPUNG	Jml Kedalaman	30 m
		Dia.Casing	89 mm	MAT (m)	4
		Koordinat	S = 5 21 30.4	Juru Bor	Iwan
			E = 105 14 22.1	Pen. Jawab	Roni Purawinata

Tanggal	Kedalaman (m)	Cara Pemboran	Kedalaman Casing	Core Recovery (%)	N-SPT					Grafik SPT	Contoh Tanah	MAT	Profil Bor	Deksripsi Tanah/ Batuan	
					N1	N2	N3	N2-N3	N'						
					0-1	1-2	2-3	3-4	4-5						
14-17 Januari 2018	1	Bor kering	-18m												
	2			2	2	4	6	5	UD5-1	Sample	Lempung warna coklat kemerahan konsistensi teguh				
	3														
	4			4	7	10	13	13	UD5-2	Sample	Lempung warna coklat merah kekuningan konsistensi sangat keras				
	5														
	6			10	17	29	46	39	SPT-3	✗	Pasir kasar warna coklat abu abu padat				
	7														
	8			10	21	33	54	46	SPT-4	✗	Batu warna abu abu kecoklatan Sangat padat				
	9														
	10			10	20	36	56	53	DS-1	Sample					
	11														
	12			12	22	38	60	60	SPT-6	✗	Pasir coklat keabuan sangat padat				
	13														
	14			11	24	36	60	60	SPT-7	✗					
	15														
16	-	-	-	60	60	SPT-8	✗								
17															
18	13	23	32	55	60	SPT-9	✗								
19															
20	8	26	34	60	60	SPT-10	✗								
21															
22	16	25	35	60	60	SPT-11	✗								
23															
24	18	22	33	55	60	SPT-12	✗								
25															
26	20	30	30	60	60	SPT-13	✗								
27															
28	21	29	31	60	60	SPT-14	✗								
29															
30	21	30	30	60	60	SPT-15	✗								

Note :  Sample  Spiral  Cutting  SPT

Tabel Hasil Pengujian SPT (Standard Penetration Test) Titik BH.3

Keterangan :		Proyek											
		Rencana Pembangunan Gedung Asrama Haji											
		No. titik	BH.3	Tipe Mesin	Kano								
		Lokasi	Asrama Haji	Tipe Penginti	Single								
		Kota/Kab	Bandar Lampung	Dia. Penginti	73 mm								
		Provinsi	LAMPUNG	Jml Kedalaman	30 m								
		Dia.Casing	89 mm	MAT (m)	4.50								
		Koordinat	S = 5 21 32.8	Juru Bor	Iwan								
			E = 105 14 22.0	Pen. Jawab	Roni Purawinata								
Tanggal	Kedalaman (m)	Cara Pembooran	Kedalaman Casing	Core Recovery (%)	N-SPT	Grafik SPT	Contoh Tanah	MAT	Profil Bor	Deksripsi Tanah/ Batuan			
					N1 N2 N3 N2+N3 N'								
17-19 Januari 2018	1	Bor kering	- 18m		4	6	4	30	60	UIDS-1	Lempung warna coklat kemerahan konsistensi sangat teguh		
	2				3	4	8	12	60	UIDS-2			
	3												
	4												
	5												
	6				8	21	32	53	60	SPT-3	Pasir halus warna abu abu kecoklatan sangat padat		
	7												
	8				10	23	35	58	60	SPT-4			
	9												
	10				13	26	34	60	60	DS- SPT-5	Pasir halus coklat keabuan sangat padat		
	11												
	12				15	25	35	60	60	SPT-6			
	13												
	14				20	28	32	60	60	SPT-7			
	15												
16	18	29	31	60	60	SPT-8	Pasir halus warna abu abu hitam sangat padat						
17													
18	20	38	22	60	60	SPT-9							
19													
20	20	29	31	60	60	SPT-10							
21													
22	-	-	-	>60	60	SPT-11							
23													
24	-	-	-	>60	60	SPT-12							
25													
26	-	-	-	>60	60	SPT-13							
27													
28	-	-	-	>60	60	SPT-14	Pasir kasar warna abu abu hitam sangat padat						
29													
30	-	-	-	>60	60	SPT-15							

Note :  Sample  Spiral  Cutting  SPT

Tabel Hasil Pengujian SPT (Standard Penetration Test) Titik BH.4

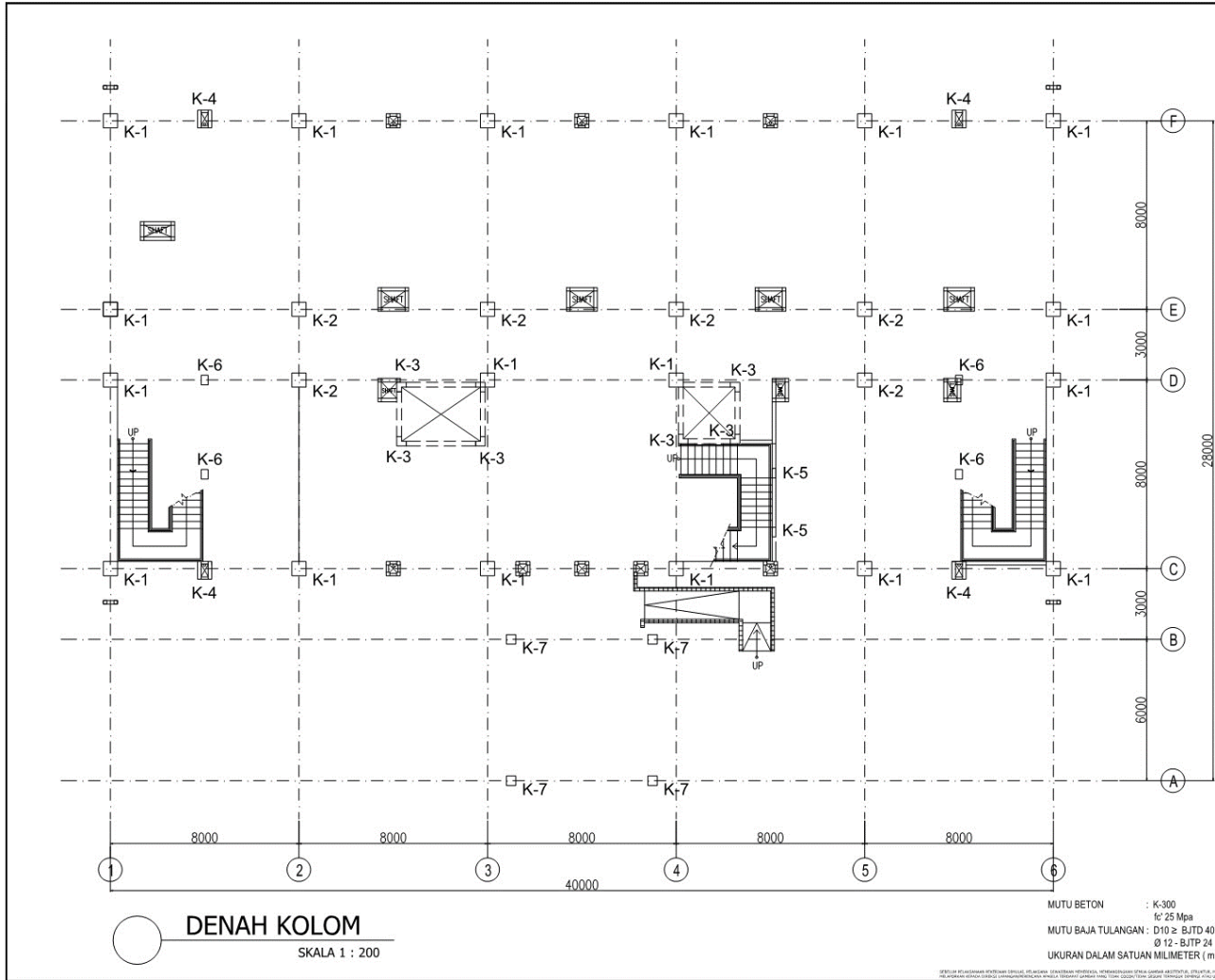
Keterangan :										Proyek	Rencana Pembangunan Gedung Asrama Haji				
										No. titik	BH.4	Tipe Mesin	Kano		
										Lokasi	Asrama Haji	Tipe Penginti	Single		
										Kota/Kab	Bandar Lampung	Dia. Penginti	73 mm		
										Provinsi	LAMPUNG	Jml Kedalaman	30 m		
										Dia.Casing	89 mm	MAT (m)			
										Koordinat	S = 5 21 31.5	Juru Bor	Iwan		
											E = 105 14 22.8	Pen. Jawab	Roni Purawinata		
Tanggal	Kedalaman (m)	Cara Pemboran	Kedalaman Casing	Core Recovery (%)	N-SPT					Grafik SPT	Contoh Tanah	MAT	Profil Bor	Deksripsi Tanah/ Batuan	
				N1	N2	N3	N2-N3	N*							
19-21 Januari 2018	1	Bor kering											Lempung warna coklat kemerahan konsistensi sangat teguh		
	2		4	6	4	30	8			U05-1	SPT-1		Lempung sisipan tufa warna coklat kemerahan konsistensi sangat teguh		
	3													Lempung warna coklat kemerahan konsistensi sangat keras	
	4		-	-	-	-60	45			DS-1	SPT-2			Batuan andesit warna abu abu sangat padat	
	5													Pasir kasar kerikil warna abu kecoklatan sangat padat	
	6		12	19	29	49	41				SPT-3				
	7														
	8		14	21	33	54	46				SPT-4				
	9														
	10		17	23	37	60	57				DS-1	SPT-5			Pasir warna abu abu kecoklatan sangat padat
	11														
	12		-	-	-	-60	60					SPT-6			
	13														Batu pasir warna abu abu sangat padat
	14		17	25	35	60	60				SPT-7				
	15														
16	20	27	33	60	60					SPT-8					
17															
18	18	26	34	60	60					SPT-9					
19															
20	21	28	32	60	60					SPT-10					
21															
22	20	27	33	60	60					SPT-11					
23															
24	24	29	31	60	60					SPT-12					
25															
26	22	30	30	60	60					SPT-13					
27															
28	24	31	29	60	60					SPT-14					
29															
30	-	-	-	-60	60					SPT-15				Pasir warna abu abu kehitaman sangat padat	

Note :  Sample  Spiral  Cutting  SPT

# LAMPIRAN 3

*Shop Drawing* Gedung Multazam, Komplek Asrama Haji Lampung, Provinsi Lampung








































MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )




KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR MELAKAR PROVINSI LAMPUNG  
PEKERJAAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG  
UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

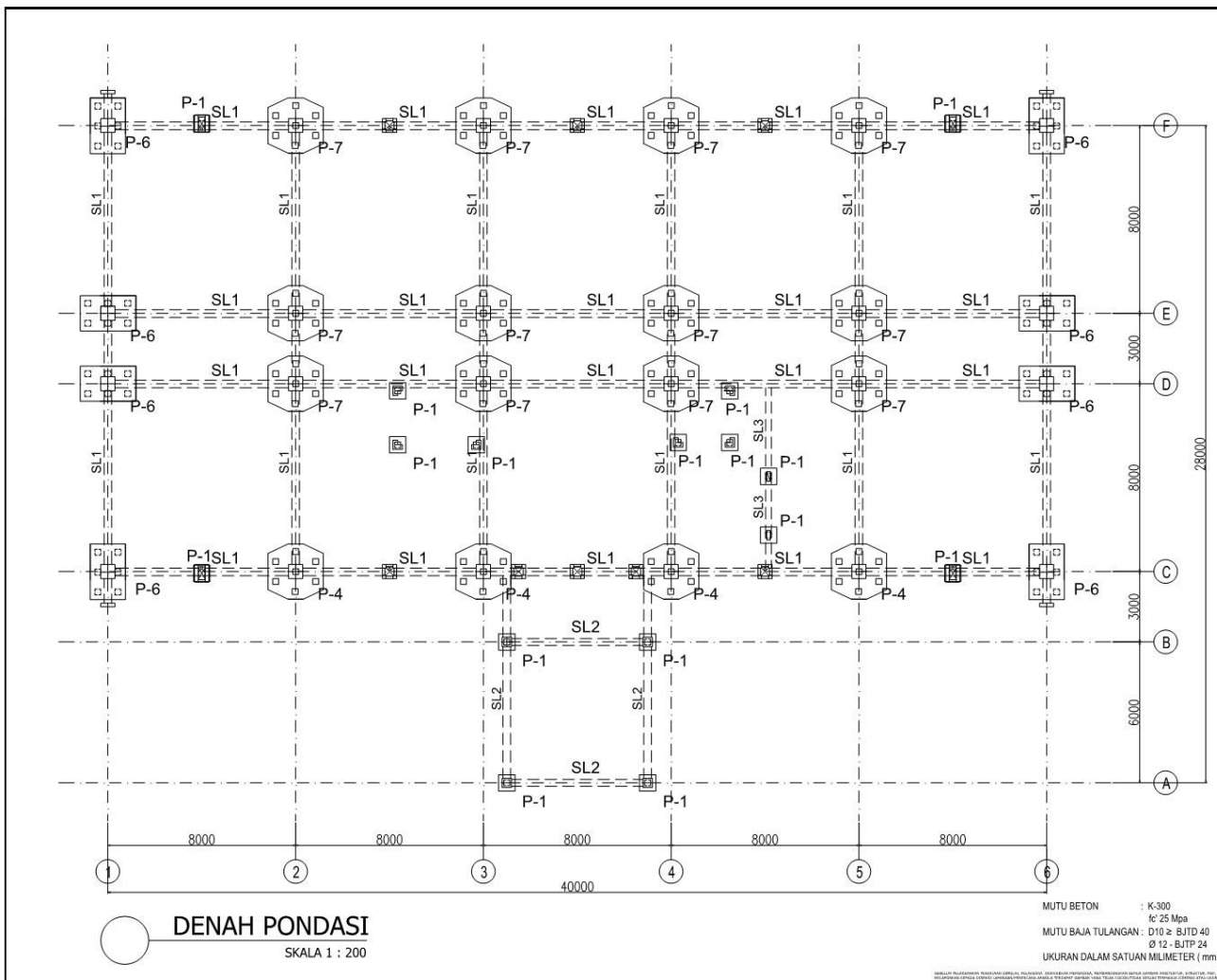
JUDUL GAMBAR		
DENAH BALOK & PLAT LANTAI 1		
SKALA	NOOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 200	STR-005	

TABEL PENULANGAN KOLOM

NO. KOLOM	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
DUA LANTAI BAJU ELEV. + 11,300 PERSEKIPANG 							
LANTAI LAMBAK BAJU ELEV. + 11,600 PERSEKIPANG JALAN TALAMAN SK. ATAS & BAWAH SENGANGI TERHADAP 							
LANTAI 3 ELEV. + 11,150 PERSEKIPANG JALAN TALAMAN SK. ATAS & BAWAH SENGANGI TERHADAP 							
LANTAI 4 ELEV. + 11,150 PERSEKIPANG JALAN TALAMAN SK. ATAS & BAWAH SENGANGI TERHADAP 							
LANTAI 5 ELEV. + 11,550 PERSEKIPANG JALAN TALAMAN SK. ATAS & BAWAH SENGANGI TERHADAP 							
LANTAI 6 ELEV. + 13,850 PERSEKIPANG JALAN TALAMAN SK. ATAS & BAWAH SENGANGI TERHADAP 							
RETLEK ELEV. + 1,550 PERSEKIPANG 							

MUTU BETON : K-300  
 K<sub>c</sub> 25 Mpa  
 MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ EUTD-40  
 D12 ≥ EUPZ-40  
 UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER (mm)

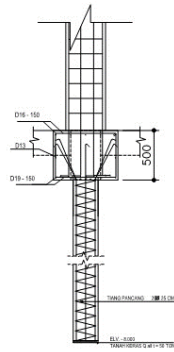
 <b>KEMENTERIAN AGAMA</b> KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG <small>Per. 11 Tahun 2012, Per. 12 Tahun 2013, Per. 15 Tahun 2014, Per. 16 Tahun 2015, Per. 17 Tahun 2016, Per. 18 Tahun 2017, Per. 19 Tahun 2018, Per. 20 Tahun 2019, Per. 21 Tahun 2020, Per. 22 Tahun 2021, Per. 23 Tahun 2022, Per. 24 Tahun 2023, Per. 25 Tahun 2024</small>		
PEKERJAAN <b>PERENCANAAN                  REVITALISASI DAN                  PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI                  PROVINSI LAMPUNG</b>		
UNTUK <b>PEMBANGUNAN GEDUNG                  MULTAZAM DAN                  FASILITAS PENDUKUNG</b>		
NO. GAMBAR <b>TABEL PENULANGAN KOLOM</b>		
TITIK	NOMOR GAMBAR	JENJANG GAMBAR
1:25	STR-006	



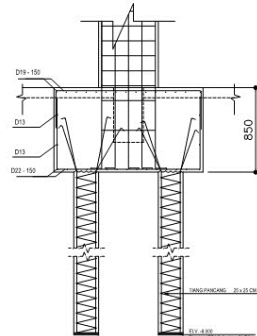
JUDUL GAMBAR

**DENAH PONDASI & SLOOF**

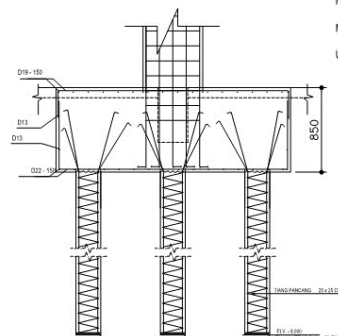
SKALA	NOVUS GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 200	STR-001	



POTONGAN 1  
SKALA 1 : 25

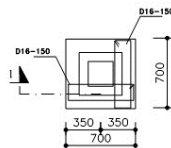


POTONGAN 2  
SKALA 1 : 25

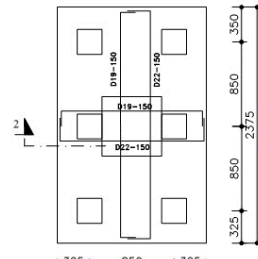


POTONGAN 3  
SKALA 1 : 25

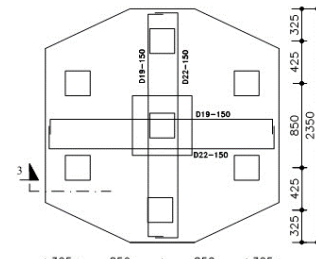
MUTU BETON : K-300  
f'c: 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



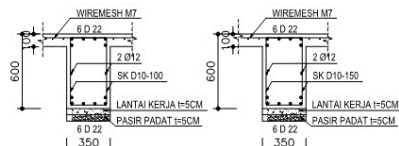
PONDASI TYPE P1  
SKALA 1 : 25



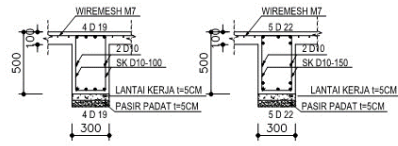
PONDASI TYPE P6  
SKALA 1 : 25



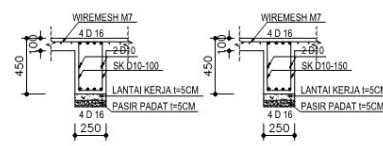
PONDASI TYPE P7  
SKALA 1 : 25



DETAIL SLOOF SL1  
SKALA 1 : 20



DETAIL SLOOF SL2  
SKALA 1 : 20



DETAIL SLOOF SL3  
SKALA 1 : 20



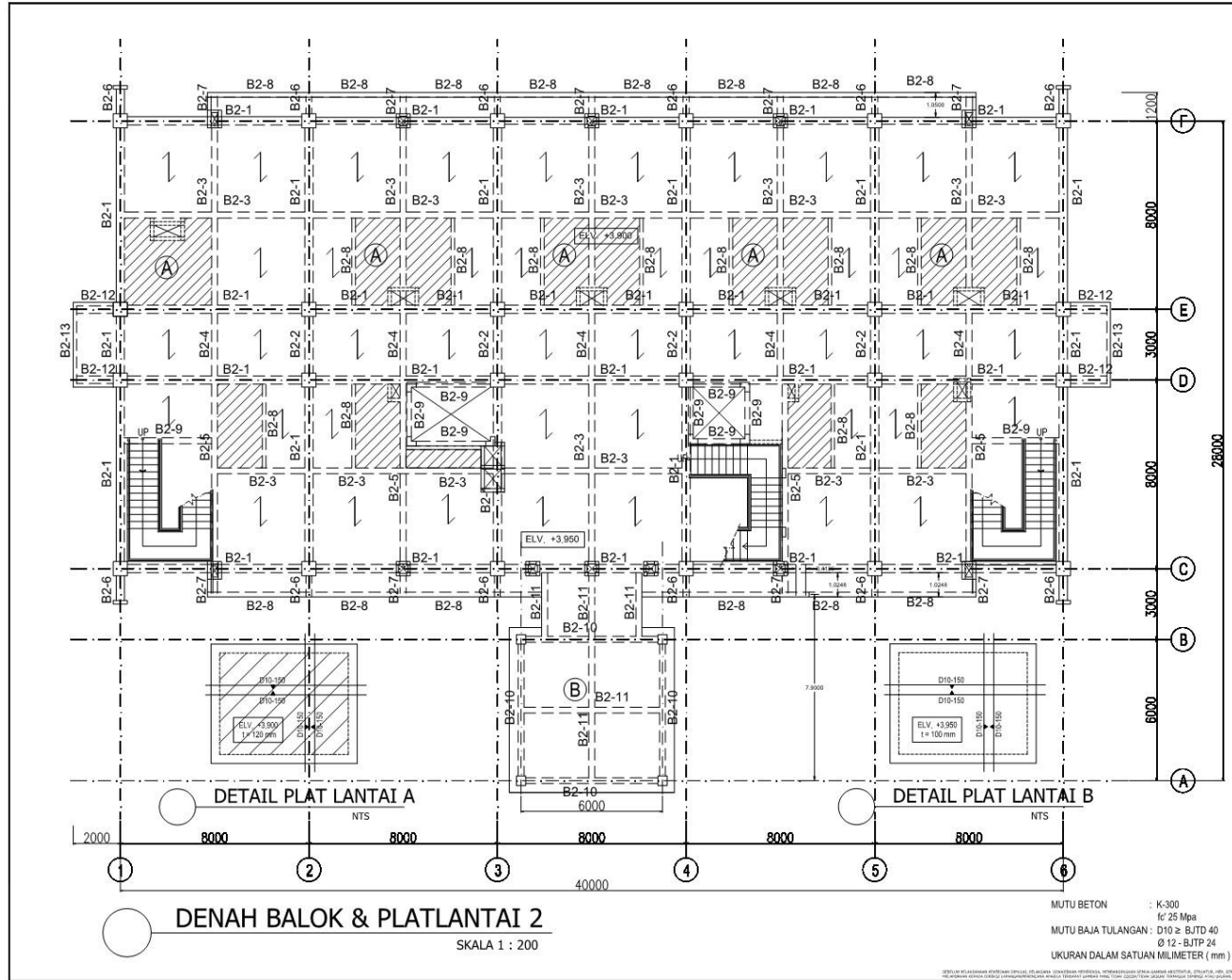
KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PENGANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR

DETAIL PONDASI & SLOOF

SKALA	NOOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 25	STR-002	
1 : 20		



**DENAH BALOK & PLAT LANTAI 2**  
SKALA 1 : 200

MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )

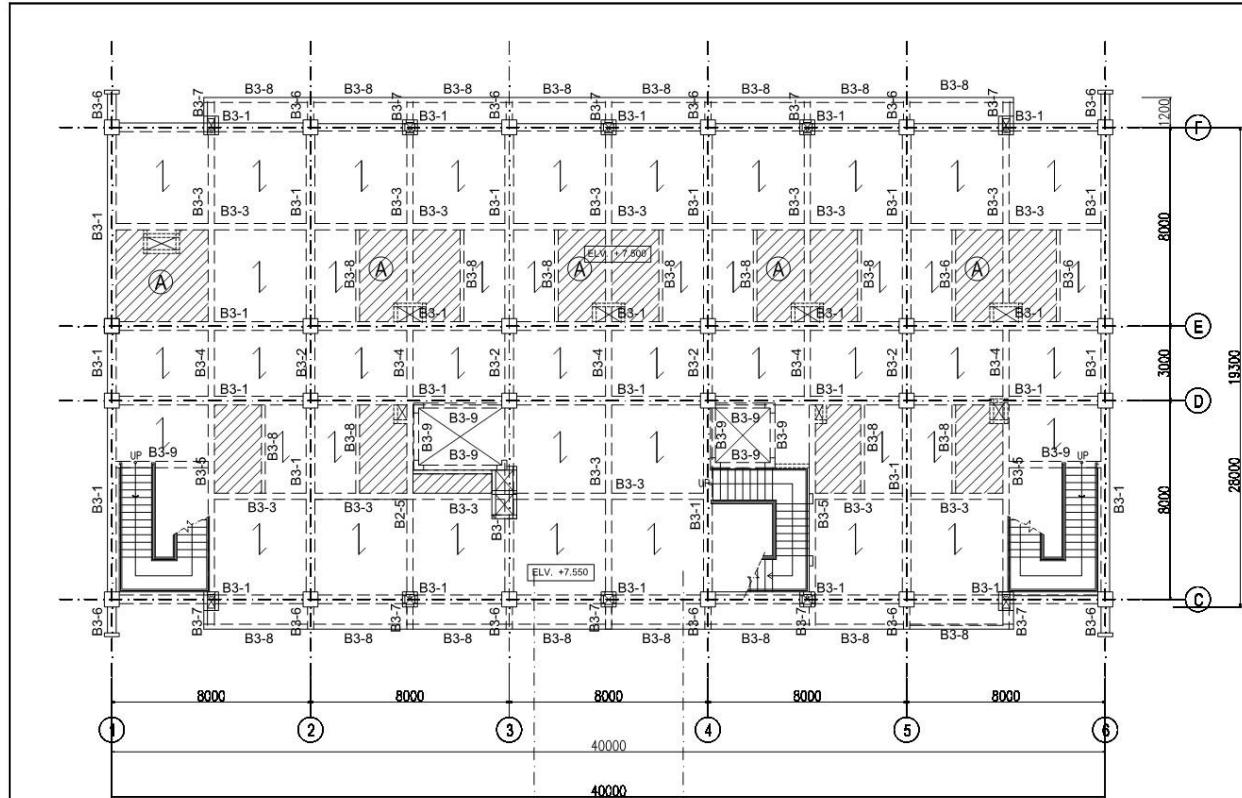
**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. Dr. Moeda, 11711 Bandar Lampung  
Telp. (071) 8119999, 8119998  
Faksimili : 8119999999

PEKERAWAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

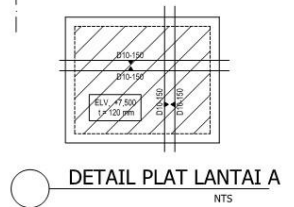
UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR  
DENAH BALOK & PLAT LANTAI 2

SKALA	HOVER GAMBAR	JISRAH GAMBAR
1 : 200	STR-007	




**DENAH BALOK & PLATLANTAI 3**  
SKALA 1 : 200



**DETAIL PLAT LANTAI A**  
NTS

MUTU BETON : K-300  
fc' 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 z- BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. R. Djojonegoro No. 100  
Kec. Tanjung Karang, Kota LAMPUNG

---

PEKERJAAN

**PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG**

---

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

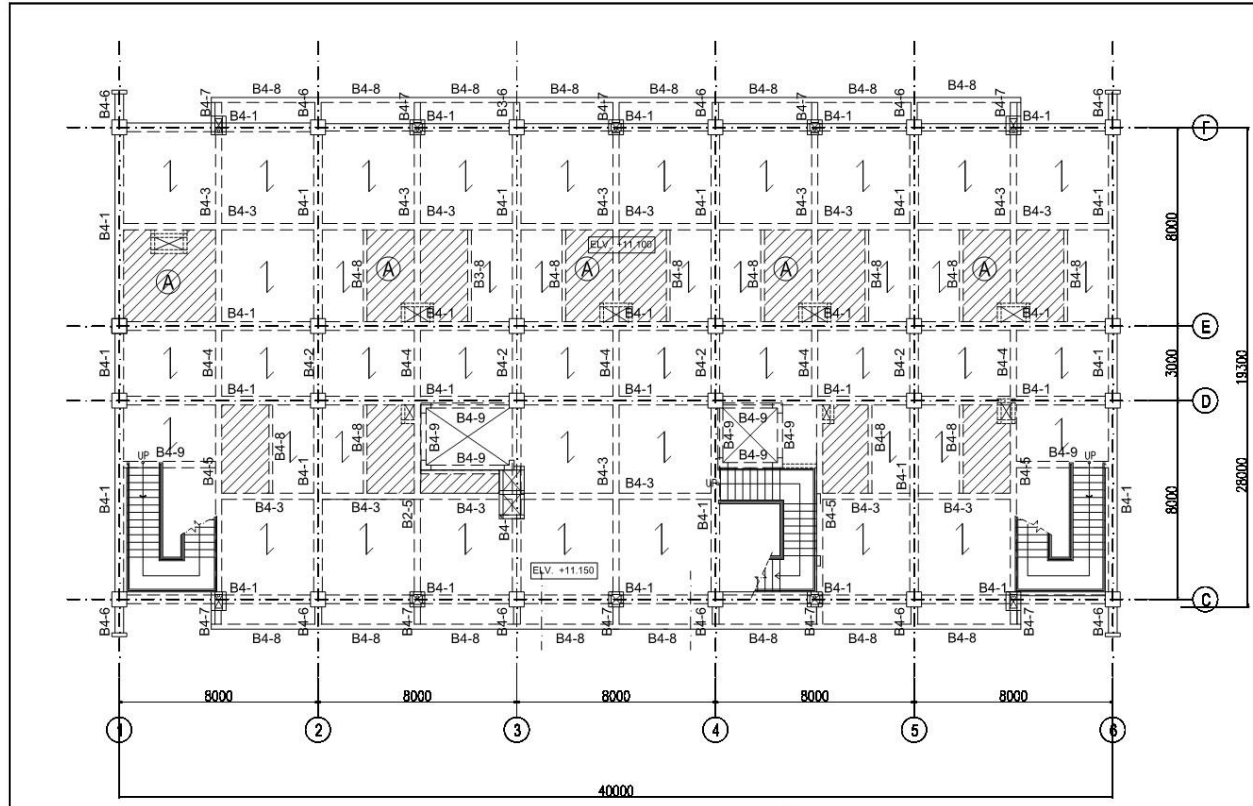
---

JUDUL GAMBAR

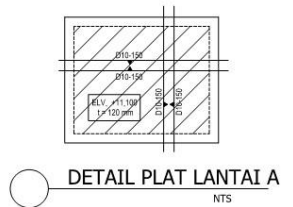
**DENAH BALOK & PLAT LANTAI 3**

---


SKALA	NOUR GAMBAR	JILMAH GAMBAR
1 : 200	STR-009	



**DENAH BALOK & PLATLANTAI 4**  
SKALA 1 : 200



MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. Soekarno, 117-118, Gedung Baitul Himpunan  
Kecamatan Sukralaya, Kabupaten Sukralaya  
Provinsi Lampung

---

PEKERAWAN

**PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG**

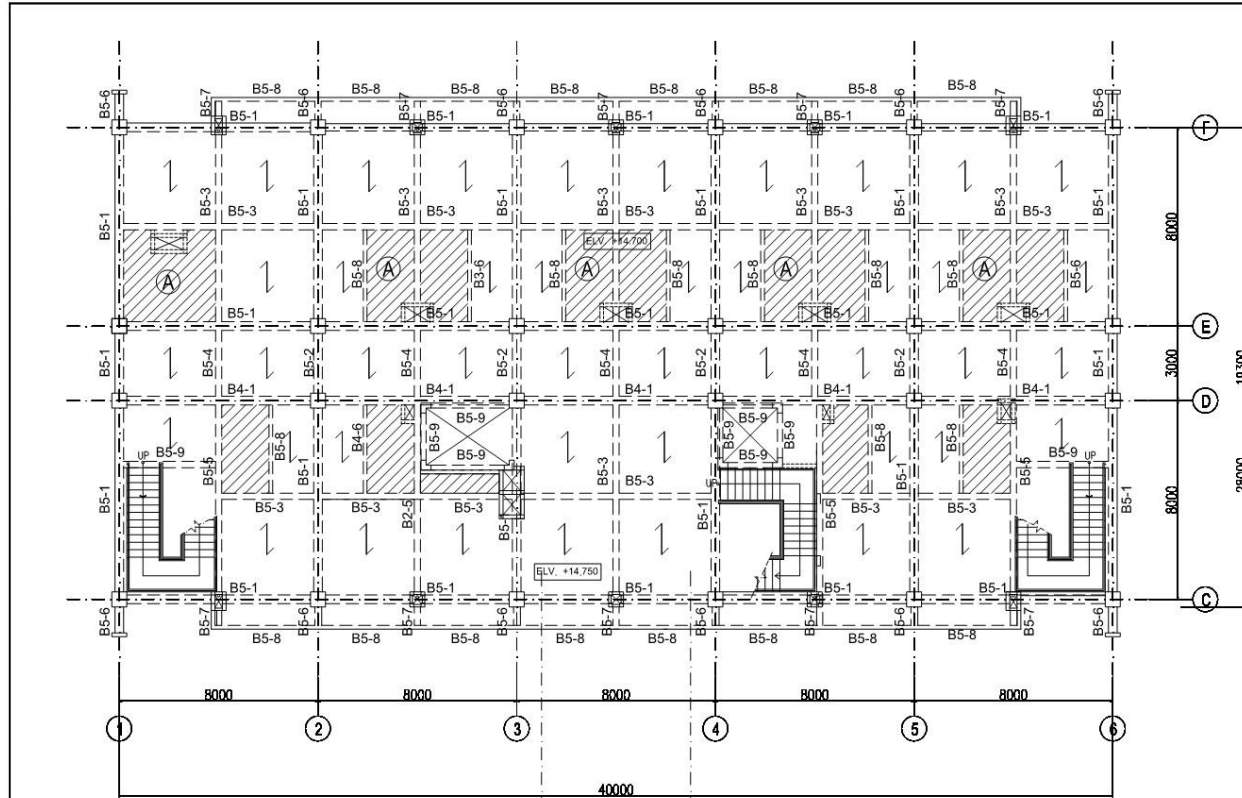
UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

---

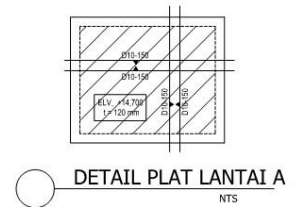
JUDUL GAMBAR

**DENAH BALOK & PLAT LANTAI 4**

SKALA	NOUR GAMBAR	JILMAH GAMBAR
1 : 200	STR-011	




○ DENAH BALOK & PLATLANTAI 5  
SKALA 1 : 200



○ DETAIL PLAT LANTAI A  
NTS

MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. Soekarno, 127-130, Bandar Lampung  
Telp. (071) 8119999-1000, 10001  
Email: kementag@kementag.go.id

---

PEKERAWAN

**PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG**

---

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

---

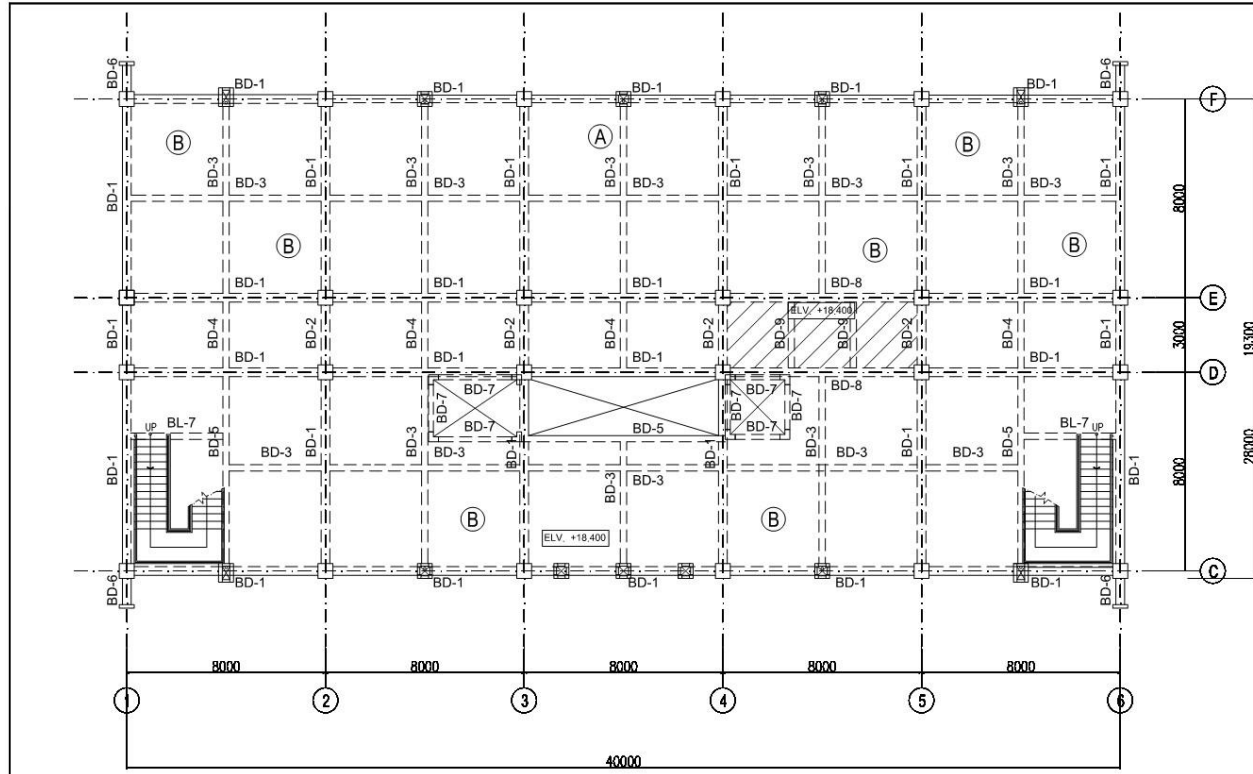
JUDUL GAMBAR

**DENAH BALOK & PLAT LANTAI 5**

---

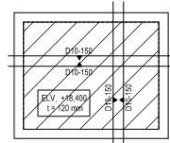
SKALA	NOVUR GAMBAR	JISWART GAMBAR
1 : 200	STR-013	



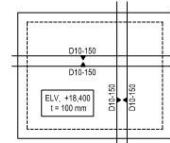


○ DENAH BALOK & PLAT LANTAI DAK BETON  
SKALA 1 : 200


MUTU BETON : K-300  
 $f'c$  25 Mpa  
 MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
 $\phi$  12 - BJTP 24  
 UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



○ DETAIL PLAT LANTAI DAK A  
NTS



○ DETAIL PLAT LANTAI DAK B  
NTS



**KEMENTERIAN AGAMA**  
 KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jalan Cendekia, 127111 Bandar Lampung  
 Nomor 021-7077199 Fax 021-7077199  
 Website: www.kemendagri.go.id

---

PEKERJAAN

**PERENCANAAN  
 REVITALISASI DAN  
 PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
 PROVINSI LAMPUNG**

---

UNTUK  
 PEMBANGUNAN GEDUNG  
 MULTAZAM DAN  
 FASILITAS PENDUKUNG

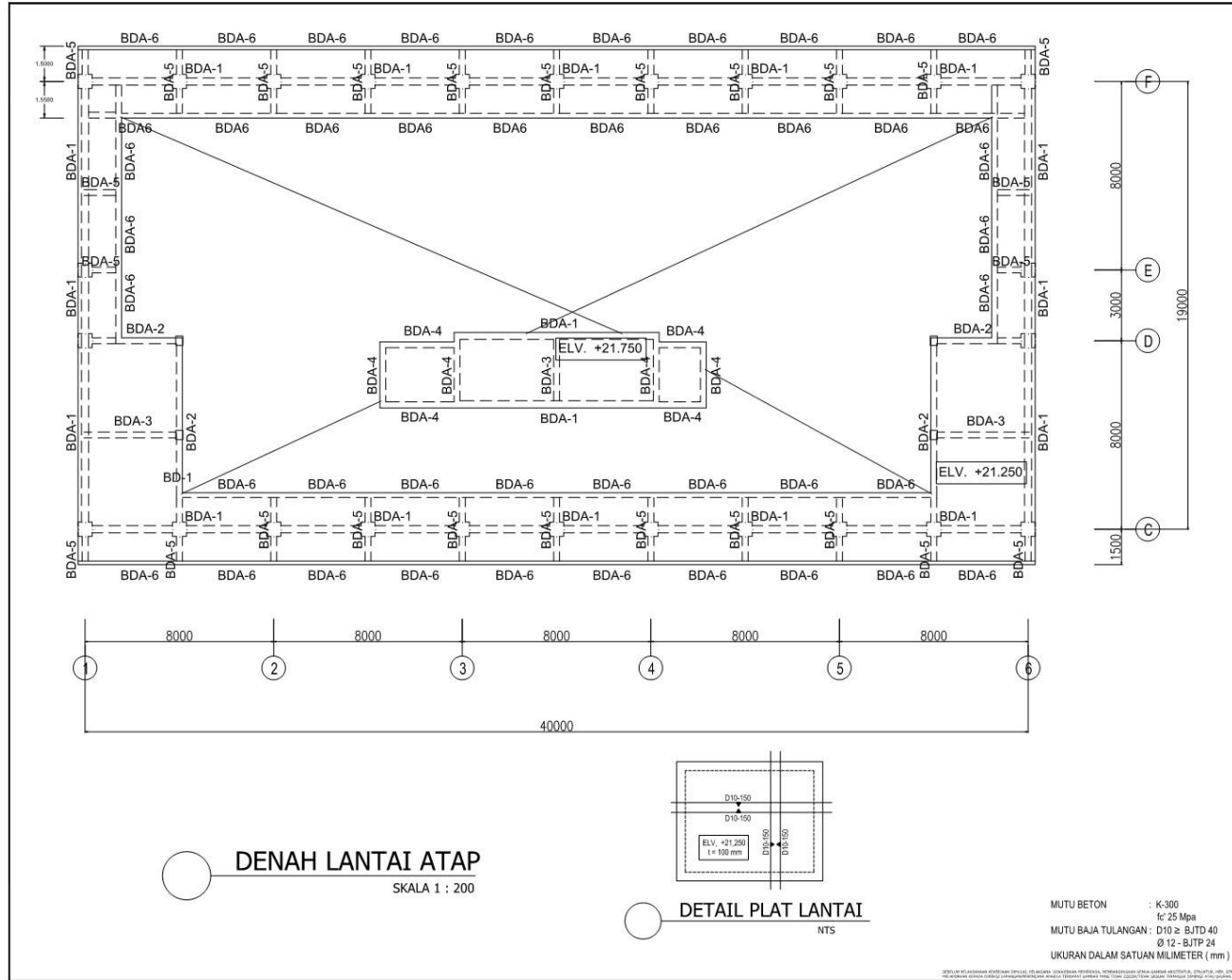
---

JUDUL GAMBAR

**DENAH BALOK & PLAT LANTAI  
 DAK BETON**

---


SKALA	NOUR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 200	STR-015	



**DENAH LANTAI ATAP**  
SKALA 1 : 200

**DETAIL PLAT LANTAI**  
NTS

MUTU BETON : K-300  
fc' 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. Juanda, No. 1, Gedung Baitul Huda, Lampung  
35122, Telp. (071) 850000, 850001, 850002  
Faksimil: (071) 8500000, 8500001

---

PEKERJAAN

**PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG**

---

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

---

JUDUL GAMBAR

**DENAH LANTAI DAK ATAP**

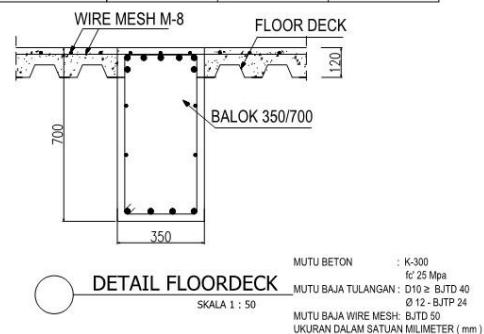
SKALA	NOUR GAMBAR	JILMAH GAMBAR
1 : 200	STR-018	

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI - 2 (ELV. + 3.950)

NAMA BALOK	B2-1		B2-2		B2-3		B2-4		B2-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	350/700	350/700	350/550	350/550	250/550	250/550	250/400	250/400	300/650	300/650
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22	4 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	3 D 19	6 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	B2-6		B2-7		B2-8		B2-9		B2-10	
	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	250/450	250/400	250/450	250/400	200/400	200/400	250/400	250/400	300/600	300/600
TULANGAN ATAS	4 D 22	4 D 22	5 D 19	5 D 19	3 D 16	2 D 16	4 D 19	4 D 19	4 D 19 + 2 D 16	4 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	2 D 16	3 D 16	4 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19 + 2 D 16
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	B2-11		B2-12		B2-13	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
DIMENSI BALOK	250/450	250/450	250/450	250/400	200/400	200/400
TULANGAN ATAS	6 D 16	3 D 16	6 D 22	6 D 22	3 D 16	3 D 16
TULANGAN TENGAH	2 D 10	2 D 10	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 16	5 D 16	3 D 19	3 D 19	3 D 16	3 D 16
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200



**KEMENTERIAN AGAMA**  
 KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
 Jalan Merdeka, 35171 Kota Bandar Lampung, Lampung 35122, Telp. (071) 850001-012, 850004  
 Website: www.kemag.go.id

PEKERJAAN  
**PERENCANAAN  
 REVITALISASI DAN  
 PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
 PROVINSI LAMPUNG**

UNTUK  
**PEMBANGUNAN GEDUNG  
 MULTAZAM DAN  
 FASILITAS PENDUKUNG**

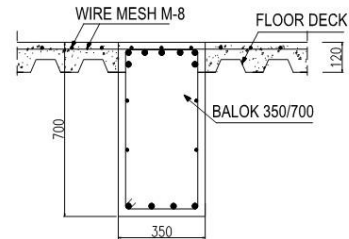
JUDUL GAMBAR  
**TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 2**

SKALA : 1 : 20  
 HOVER GAMBAR : STR-008  
 JEMBATAN GAMBAR :

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI - 3 (ELV. + 7.550)

NAMA BALOK	B3-1		B3-2		B3-3		B3-4		B3-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	350 / 700	350 / 700	350 / 550	350 / 550	250 / 550	250 / 550	250 / 400	250 / 400	300 / 650	300 / 650
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22	4 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	3 D 19	6 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 19	5 D 19	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	4 D 19	6 D 19
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	B3-6		B3-7		B3-8		B3-9	
	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN								
DIMENSI BALOK	250 / 450	250 / 400	250 / 450	250 / 400	200 / 400	200 / 400	250 / 400	250 / 400
TULANGAN ATAS	4 D 22	4 D 22	5 D 19	5 D 19	3 D 16	2 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	2 D 16	3 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200	D 10 - 100	D 10 - 150



DETAIL FLOORDECK  
SKALA 1 : 50

MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
MUTU BAJA WIRE MESH: BJTD 50  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. Juanda, No. 127, Gedung Kantor Gubernur  
Kediri, Jawa Timur 60132  
Telp. (0271) 8119000-8119001  
Faksimili: (0271) 8119000-8119001  
Email: kementag@kementag.go.id

PEKERJAAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR

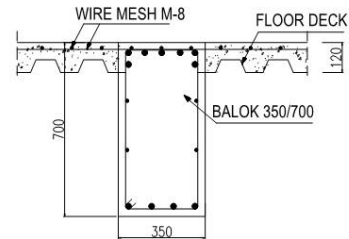
TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 3

SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 20	STR010	

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI - 4 (ELV. + 11.150)

NAMA BALOK	B4-1		B4-2		B4-3		B4-4		B4-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	350 / 700	350 / 700	350 / 550	350 / 550	250 / 550	250 / 550	250 / 400	250 / 400	300 / 650	300 / 650
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22	4 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	3 D 19	6 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 19	5 D 19	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	4 D 19	6 D 19
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	B4-6		B4-7		B4-8		B4-9	
	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN								
DIMENSI BALOK	250 / 450	250 / 400	250 / 450	250 / 400	200 / 400	200 / 400	250 / 400	250 / 400
TULANGAN ATAS	4 D 22	4 D 22	5 D 19	5 D 19	3 D 16	2 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200	D 10 - 100	D 10 - 150



DETAIL FLOORDECK  
SKALA 1 : 50

MUTU BETON : K-300  
f'c 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
MUTU BAJA WIRE MESH: BJTD 50  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. R. S. Puradarmasari No. 1  
Telp. (071) 8119000-1000  
Faksimili: (071) 8119000-1000  
Email: kementag@kementag.go.id

PEKERJAAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR

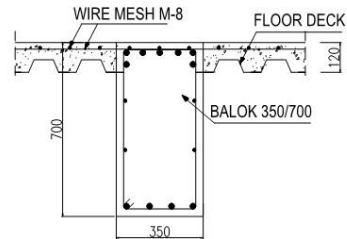
TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 4

SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 20	STR-012	

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI - 5 (ELV. + 14.750)

NAMA BALOK	B5-1		B5-2		B5-3		B5-4		B5-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	350 / 700	350 / 700	350 / 550	350 / 550	250 / 550	250 / 550	250 / 400	250 / 400	300 / 650	300 / 650
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22	4 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	3 D 19	6 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 19	5 D 19	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	4 D 19	6 D 19
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	B5-6		B5-7		B5-8		B5-9	
	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN								
DIMENSI BALOK	250 / 450	250 / 400	250 / 450	250 / 400	200 / 400	200 / 400	250 / 400	250 / 400
TULANGAN ATAS	4 D 22	4 D 22	5 D 19	5 D 19	3 D 16	2 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	2 D 16	3 D 16	4 D 19	4 D 19
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200	D 10 - 100	D 10 - 150



DETAIL FLOORDECK  
SKALA 1 : 50

MUTU BETON : K-300  
f<sub>c</sub> 25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
Ø 12 - BJTP 24  
MUTU BAJA WIRE MESH: BJTD 50  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. R. Djojonegoro, Gedung Sate, Palembang 31132, Sumatera Selatan  
Telp. (071) 4119000-001, 4119000-002  
Faksimili: 4119000-003  
Email: kementag@kementag.go.id

PEKERJAAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 5


SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 20	STR-014	

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI DAK BETON (ELV. + 18.400)

NAMA BALOK	BD-1		BD-2		BD-3		BD-4		BD-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	350/700	350/700	350/550	350/550	250/550	250/550	250/400	250/400	300/650	300/650
TULANGAN ATAS	6 D 22	4 D 22	6 D 22	4 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	3 D 19	4 D 22 + 2 D 19	4 D 22
TULANGAN TENGAH	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 19
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	3 D 19	3 D 19 + 2 D 16	4 D 22	4 D 22 + 2 D 19
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	BD-6		BD-7		BD-8		BD-9	
	TUMPUAN	UJUNG	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN								
DIMENSI BALOK	250/450	250/400	250/400	250/400	350/700	350/700	250/450	250/450
TULANGAN ATAS	3 D 22	3 D 22	4 D 19	4 D 19	7 D 22	4 D 22	5 D 19	5 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 12	2 D 12	2 D 10	2 D 10	4 Ø 12	4 Ø 12	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	3 D 19	3 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 22	7 D 22	5 D 19	5 D 19
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 150	1 D 10 - 100	D 10 - 100

MUTU BETON : K-300  
 f'c 25 Mpa  
 MUTU BAJA TULANGAN : D10 z. BJTD 40  
 Ø 12 - BJTP 24  
 UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
 KANWILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. Juanda, No. 10, Gedung B, Komplek Kantor  
 Kantor Gubernur Lampung, Bandar Lampung

---

PEKERJAAN

**PERENCANAAN  
 REVITALISASI DAN  
 PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
 PROVINSI LAMPUNG**

---

UNTUK  
 PEMBANGUNAN GEDUNG  
 MULTAZAM DAN  
 FASILITAS PENDUKUNG

---

JUDUL GAMBAR

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI  
 DAK BETON


SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 20	STR016	

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI DAK ATAP (ELV. + 21.250)

NAMA BALOK	BDA-1		BDA-2		BDA-3		BDA-4		BDA-5	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN										
DIMENSI BALOK	300 / 650	300 / 650	250 / 500	250 / 500	200 / 400	200 / 400	250 / 400	250 / 400	250 / 500	250 / 400
TULANGAN ATAS	6 D 19	4 D 19	5 D 16	3 D 16	3 D 16	2 D 16	4 D 16	4 D 16	3 D 19 + 2 D 16	3 D 19 + 2 D 16
TULANGAN TENGAH	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 19	6 D 19	3 D 16	5 D 16	2 D 16	3 D 16	4 D 16	4 D 16	3 D 16	3 D 16
TULANGAN SENGKANG	1 D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 150	D 10 - 200	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100	D 10 - 150

NAMA BALOK	BDA-6	
	TUMPUAN	UJUNG
POTONGAN		
DIMENSI BALOK	150 / 550	150 / 550
TULANGAN ATAS	2 D 16	2 D 16
TULANGAN TENGAH	4 D 10	4 D 10
TULANGAN BAWAH	2 D 16	2 D 16
TULANGAN SENGKANG	D 10 - 150	D 10 - 200

MUTU BETON : K-300  
 f<sub>c</sub>' 25 Mpa  
 MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
 Ø 12 - BJTP 24  
 UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )



**KEMENTERIAN AGAMA**  
 KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
 Jl. G. H. R. Sidik Mulyo, Bandar Lampung  
 No. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

PEKERJAAN  
**PERENCANAAN  
 REVITALISASI DAN  
 PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
 PROVINSI LAMPUNG**

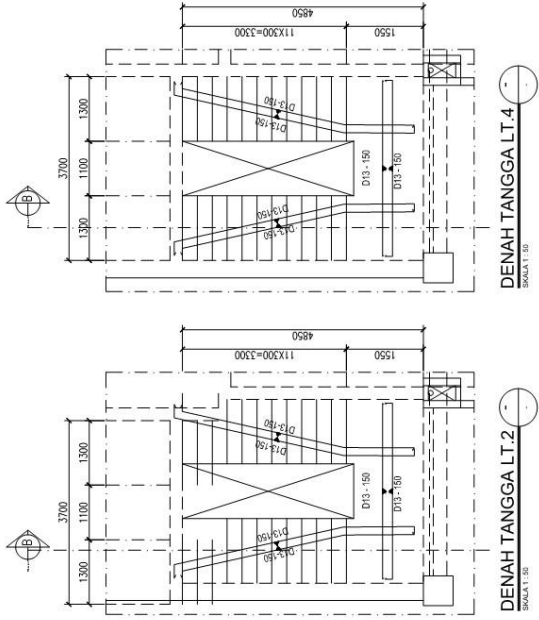
UNTUK  
**PEMBANGUNAN GEDUNG  
 MULTAZAM DAN  
 FASILITAS PENDUKUNG**

JUDUL GAMBAR

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI DAK ATAP

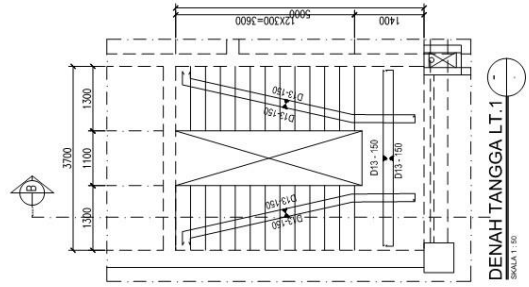
SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 20	STR-019	



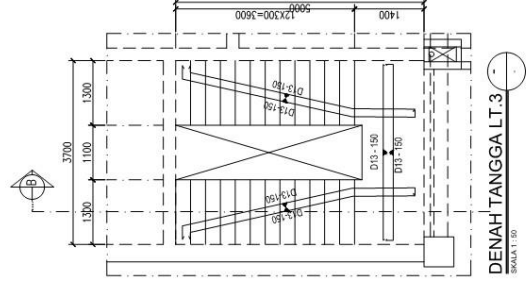


DENAH TANGGA LT. 2  
SKALA 1:50

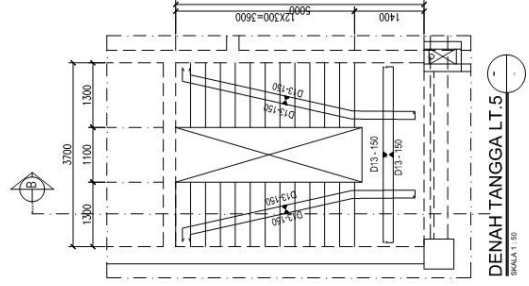
DENAH TANGGA LT. 4  
SKALA 1:50



DENAH TANGGA LT. 1  
SKALA 1:50




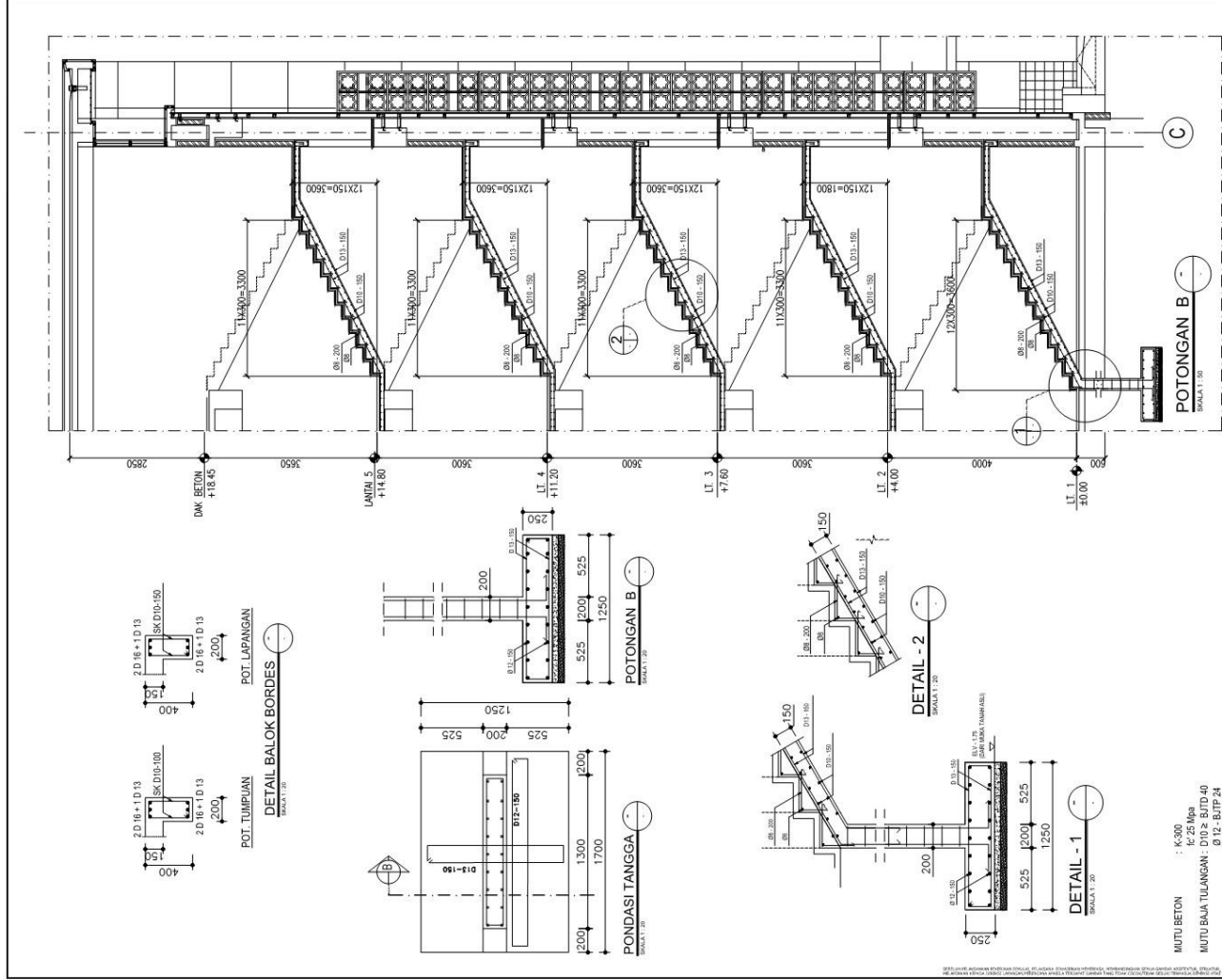
DENAH TANGGA LT. 3  
SKALA 1:50



DENAH TANGGA LT. 5  
SKALA 1:50

MUTU BETON : K-300  
 f'c 25 Mpa  
 MUTU BAJA TULANGAN : D10 ≥ BJTD 40  
 Ø 12 - BJTP 24  
 UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER ( mm )

 <b>KEMENTERIAN AGAMA</b> KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG <small>Jl. Pahlawan 12/1, Gedung Baitussalam Lampung          Kode Pos 35121, Telp. (071) 8224111, 8224112          E-mail: kementerian@kemenag.go.id</small>		
PEKERJAAN		
<b>PERENCANAAN          REVITALISASI DAN          PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI          PROVINSI LAMPUNG</b>		
<b>UNTUK          PEMBANGUNAN GEDUNG          MULTAZAM DAN          FASILITAS PENDUKUNG</b>		
JUDUL GAMBAR <b>DENAH          TANGGA DARURAT SAYAP KIRI</b>		
SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah Gambar
1 : 50	STR-022	



**KEMENTERIAN AGAMA**  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. Pahlawan 1, Gedung Bina Mubtadin, Lampung  
Telp. (071) 811111, 811112, 811113  
Faksimil: 81111111, 81111112

PEKERJAAN  
**PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG**

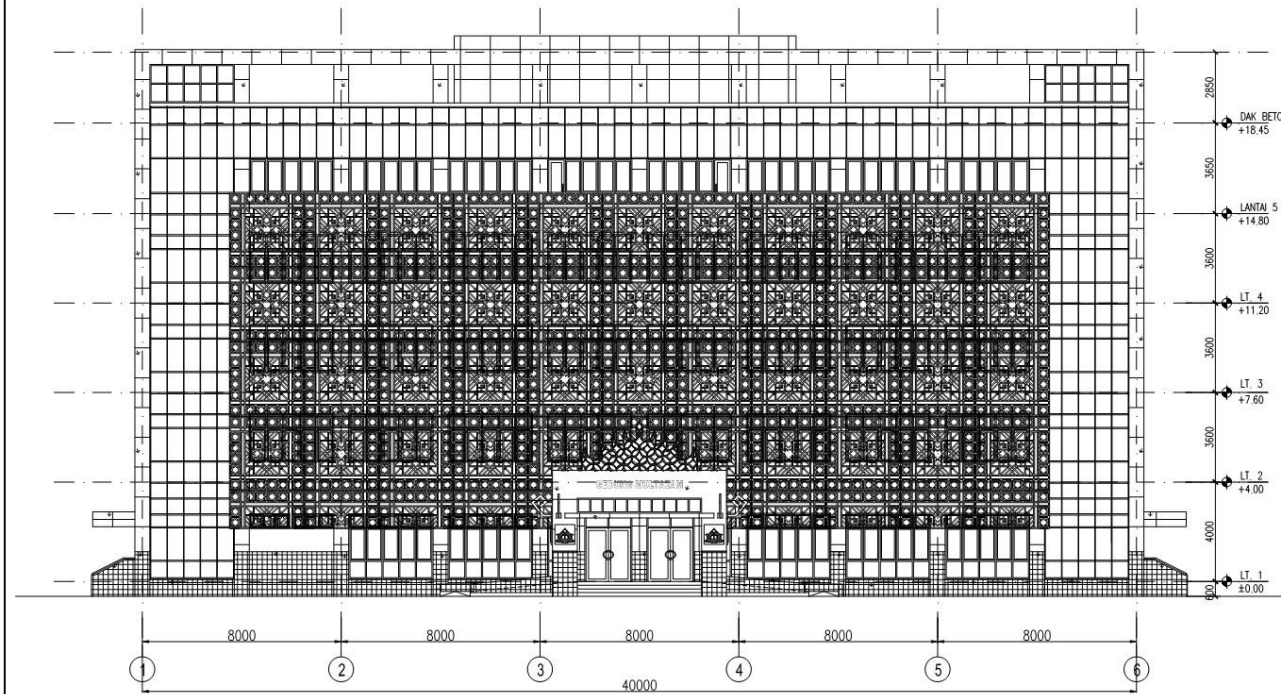
UNTUK  
**PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG**

**ADUK GAMBAR**

**DETAIL & POTONGAN  
TANGGA DARURAT SAYAP KIRI**

SKALA	NOUR GAMBAR	Jumlah GAMBAR
1 : 50	STR-023	
1 : 25		

MUTU BETON : K-300  
K-25 Mpa  
MUTU BAJA TULANGAN : D10 > B17D-40  
D 12 - B17P 24  
UKURAN DALAM SATUAN MILIMETER (mm)



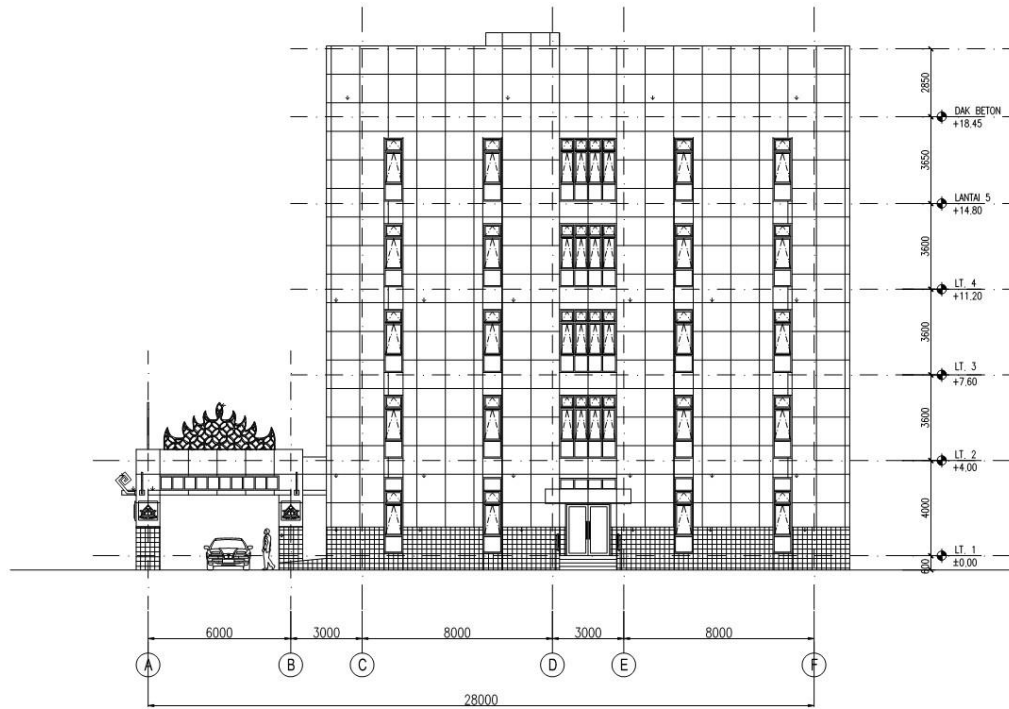
TAMPAK DEPAN  
SKALA 1 : 150

SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.

JUDUL GAMBAR

TAMPAK DEPAN

SKALA	NOUR GAMBAR	JMLAH GAMBAR
1 : 150	A.3-01	



○ TAMPAK SAMPING KANAN  
SKALA 1 : 150

SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.

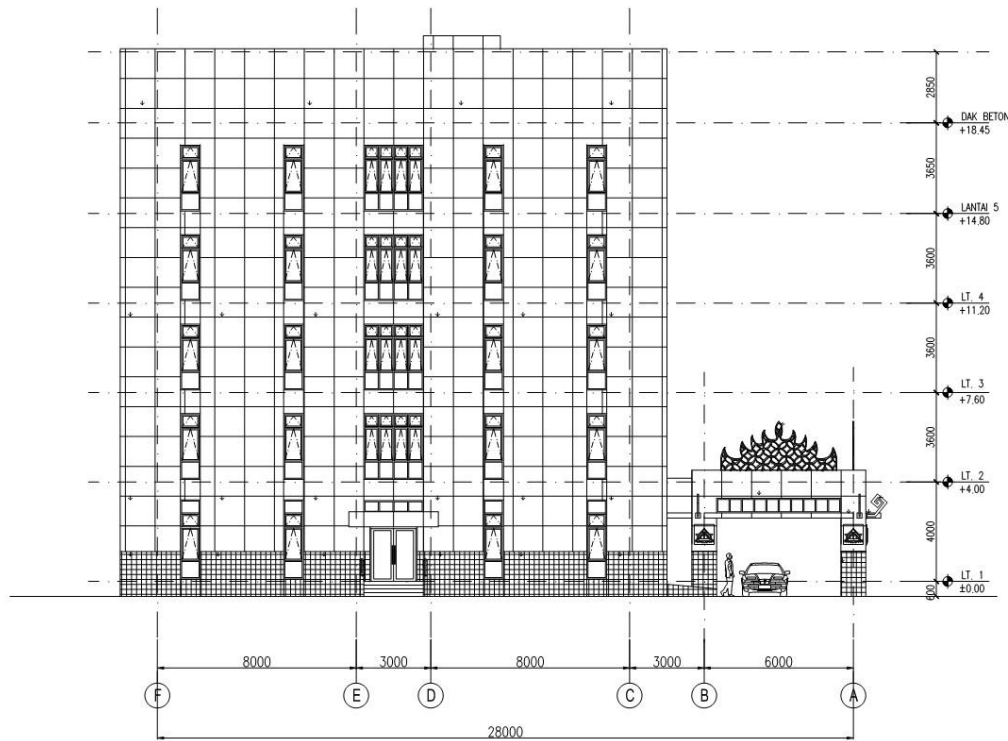
KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. Pemuda No. 12 Palembang  
Telp. (071) 5501000-10000  
Website: www.kemag.go.id

PEKERJAAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG

JUDUL GAMBAR  
TAMPAK SAMPING KANAN

SKALA	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 150	A.3-02	



TAMPAK SAMPING KIRI  
SKALA 1 : 150

SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.



KEMENTERIAN AGAMA  
KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
Jl. G. H. Sutowo, 35111 Bandar Lampung  
Telp. (071) 8119100-101, 8119102  
Website: www.kemlagprov.lampung.go.id

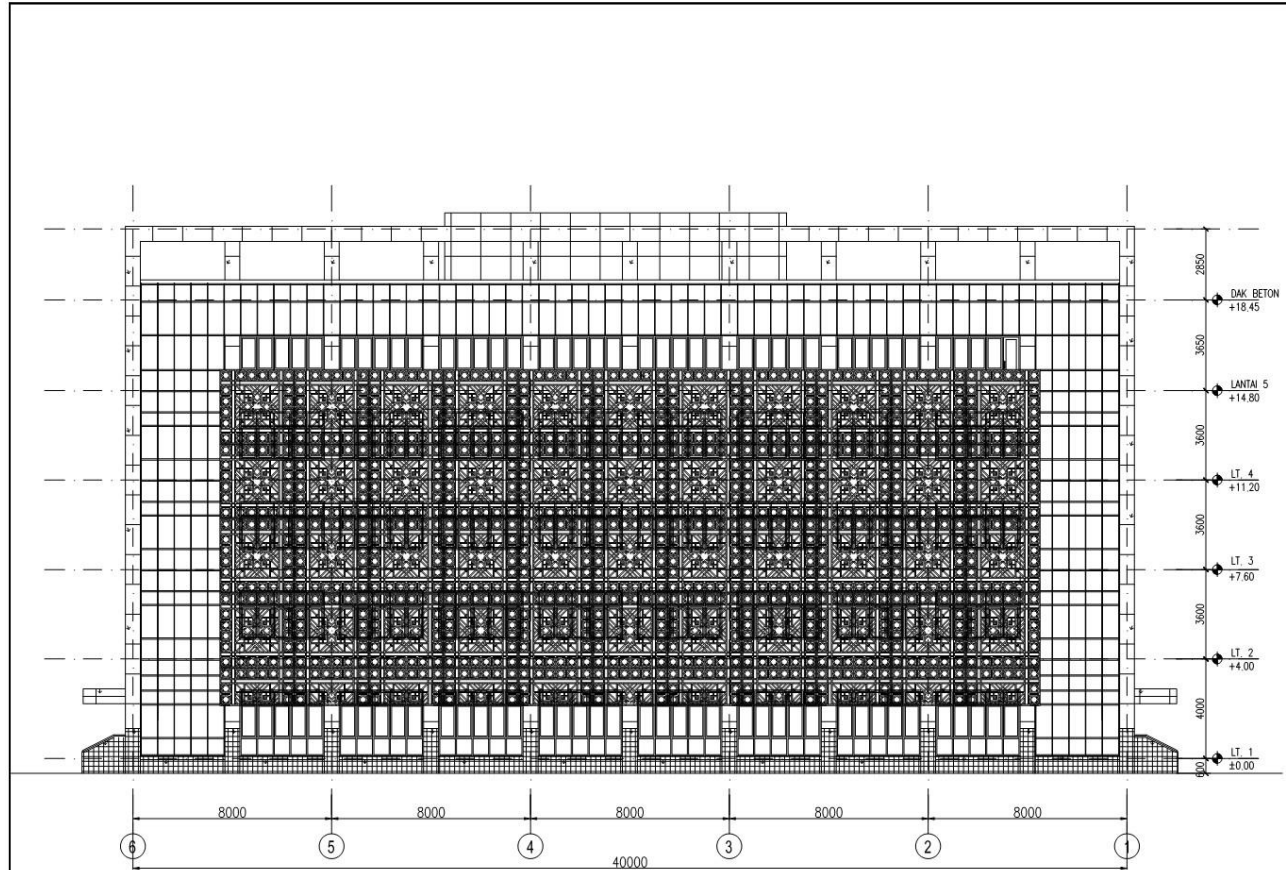
PEKERAWAN  
PERENCANAAN  
REVITALISASI DAN  
PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI  
PROVINSI LAMPUNG

UNTUK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
MULTAZAM DAN  
FASILITAS PENDUKUNG


JUDUL GAMBAR

TAMPAK SAMPING KIRI

SKALA	NOUR GAMBAR	JMLAH GAMBAR
1 : 150	A.3-04	




**TAMPAK BELAKANG**  
 SKALA 1 : 150


**KEMENTERIAN AGAMA**  
 KANTOR WILAYAH PROVINSI LAMPUNG  
 Jl. G. H. Juanda, No. 10, Gedung Bina Nusantara Lampung  
 35122, Telp. (071) 8220000, 8220001  
 Website: www.kemag.go.id

**PEKERAWAN**  
**PERENCANAAN**  
**REVITALISASI DAN**  
**PENGEMBANGAN ASRAMA HAJI**  
**PROVINSI LAMPUNG**

**UNTUK**  
**PEMBANGUNAN GEDUNG**  
**MULTAZAM DAN**  
**FASILITAS PENDUKUNG**

**JUDUL GAMBAR**  
 TAMPAK BELAKANG

SKALA	NOUR GAMBAR	JMLAH GAMBAR
1 : 150	A.3-03	

SEBELUM PELAKSANAAN PEKERJAAN DIMULAI, PELAKSANA DIWAJIBKAN MEMERIKSA, MEMBANDINGKAN SEMUA GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR, MEP, SERTA MELAPORKAN KEPADA DIREKSI LAPANGAN/PERENCANA APABILA TERDAPAT GAMBAR YANG TIDAK COCOK/TIDAK SESUAI TERMASUK DIMENSI ATAU UKURAN.