

**TUGAS AKHIR**

**PENILAIAN KINERJA STRUKTUR MASJID ISLAMIC CENTER  
AISYIYAH PASCA GEMPA CIANJUR 2022**



**Disusun oleh:**

**Herlambang Naufal Seno Nugroho**

**20190110119**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herlambang Naufal Seno Nugroho  
NIM : 20190110119  
Judul : Penilaian Kinerja Struktur Masjid *Islamic Center*  
Aisyiyah Pasca Gempa Cianjur 2022

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 21 Juli ..... 2023

Yang membuat pernyataan



Herlambang Naufal Seno N.

## HALAMAN PERNYATAAN

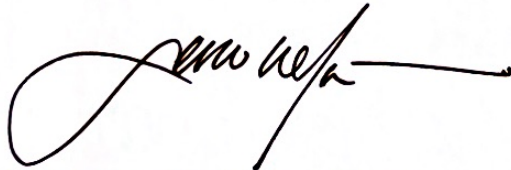
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herlambang Naufal Seno Nugroho  
NIM : 20190110119  
Judul : Penilaian Kinerja Struktur Masjid *Islamic Center* Aisyiyah  
Pasca Gempa Cianjur 2022

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Penilaian Kinerja Struktur Masjid *Islamic Center* Aisyiyah Pasca Gempa Cianjur 2022.

Yogyakarta, *20 Juli* ..... 2023

Penulis,



Herlambang Naufal Seno Nugroho

Dosen Peneliti,



Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng.

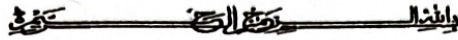
## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tulisan ini adalah cerminan sebuah aktivitas berpikir. Supaya isi dalam kepala bekerja dan membiarkan jutaan ide dalam pikiran berkreasi. Menjalani kegilaan yang terindah dalam setengah tahun, seakan-akan berjalan memutar di dalam pikiran sendiri. Sulaman kata yang banyak makna dan sebenarnya tidak akan pernah berhenti. Hanya untuk mencoba melihat kenyataan. Menemukan kesadaran bahwa manusia sebagai subjek yang bergerak.

Terhadap segala proses yang telah dilalui, saya mengucapkan terima kasih kepada Sang Pencipta yang telah memberikan ridho-Nya kepada saya untuk bisa menulis tugas akhir ini hingga tuntas. Kepada orang-orang terdekat, saya sampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada; keluarga tercinta, terutama Ibu yang terus mendorong saya untuk menyelesaikan skripsi dan tak henti-hentinya mendoakan ; Bapak, yang tak sempat melihat bungsunya meraih gelar sarjana ; Shafira Diva Aullya, yang selalu ada dan selalu memberikan dukungan dalam situasi apapun. Kepada teman-teman; Wahyu Arif Pratama, Wira Kharisma Nindita, Diva Darma Wijaya, yang telah membantu banyak dalam penyusunan tugas akhir ini.

Tidak lupa apresiasi kepada teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah berjuang keras menggapai impiannya masing-masing.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Masjid Mujahidin *Islamic Center* Aisyiyah Cianjur setelah terjadinya gempa di Cianjur pada tahun 2022.

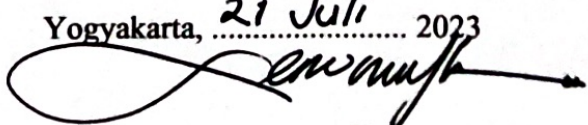
Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. dan Bambang Sunardi, S.Si., M.T. selaku dosen yang telah membimbing saya dalam menyusun tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. selaku dosen penguji, keluarga, sahabat, dan teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 yang sudah mendukung dan memberikan semangat untuk saya.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 21 Juli 2023  
  
Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR ISTILAH .....	xviii
ABSTRAK .....	xix
<i>ABSTRACT</i> .....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 Gempa Bumi .....	10
2.2.2 Aplikasi <i>OpenQuake</i> .....	11
2.2.3 Aplikasi QGIS Desktop .....	11
2.2.4 Aplikasi SAP2000 .....	13
2.2.5 Bahaya .....	13
2.2.6 Pemetaan Bahaya .....	14
2.2.7 Bangunan Tahan Gempa .....	15
2.2.8 Pembebanan Struktur .....	15
2.2.9 Ketentuan Umum Perencanaan Struktur Gedung Berdasarkan SNI 1726-2019 .....	20

2.2.10 Sendi Plastis.....	31
2.2.11 Kurva Kapasitas.....	32
2.2.12 Titik Kinerja.....	32
2.2.13 Kinerja Struktur Metode ATC-40.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Bahan atau Materi.....	36
3.2 Program dan <i>Software</i> .....	37
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	39
3.4 Tahapan Penelitian.....	39
3.4.1 <i>Literature Review</i> .....	40
3.4.2 Menentukan Nilai PGA, SS, dan S1.....	40
3.4.3 Pembuatan <i>Hazard Map</i> PGA, SS, dan S1 .....	48
3.4.4 Analisis Perhitungan .....	55
3.4.5 Analisis <i>Pushover</i> .....	55
3.4.6 Pemodelan Struktur.....	56
3.4.7 Analisis Beban Gempa.....	63
3.4.8 Mendefinisikan <i>Mass Source</i> .....	64
3.4.9 <i>Input Data Respon Spektrum</i> .....	64
3.4.10 Analisis Beban Gempa Statik .....	65
3.4.11 Analisis Beban Gempa Dinamik.....	66
3.4.12 Mendefinisikan <i>Load Case Analisis Pushover</i> .....	66
3.4.13 Memodelkan Sendi Plastis ( <i>Hinge</i> ) .....	69
3.4.14 <i>Running Analisis Pushover</i> .....	73
3.4.15 Kesimpulan .....	73
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>74</b>
4.1 Analisis Nilai PGA, SS, dan S1 Masjid Mujahidin <i>Islamic Center</i> Aisyiyah Cianjur.....	74
4.2 Analisis <i>Pushover</i> .....	75
4.2.1 Kurva Kapasitas .....	76
4.3 Level Kinerja Struktur dan <i>Performance Point</i> .....	78
4.4 Skema Sendi Plastis.....	82
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>86</b>
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran .....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	xx
LAMPIRAN.....	xxii

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penulis .....	8
Tabel 2.2	Berat sendiri bahan bangunan (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983).....	16
Tabel 2.3	Berat sendiri komponen gedung (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983) .....	17
Tabel 2.4	Beban hidup pada lantai gedung (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983) .....	18
Tabel 2.5	Klasifikasi Situs (SNI-1726-2019).....	21
Tabel 2.6	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa (SNI-1726-2019) .....	22
Tabel 2.7	Faktor Keutamaan Gempa (SNI-1726-2019).....	24
Tabel 2.8	Koefisien Situs $F_a$ (SNI-1726-2019).....	25
Tabel 2.9	Koefisien Situs $F_v$ (SNI-1726-2019).....	26
Tabel 2.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek (SNI-1726-2019).....	27
Tabel 2.11	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik (SNI-1726-2019).....	27
Tabel 2.12	Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (SNI-1726-2019) .....	29
Tabel 2.13	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung (SNI-1726-2019) .....	29
Tabel 2.14	Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ (SNI-1726-2019)..	30
Tabel 2.15	Kondisi Bangunan Setelah Terjadi Gempa dan Kategori Bangunan pada Tingkat Kinerja Struktur (ATC-40 <i>Chapter</i> 3-3, 1996).....	34
Tabel 2.16	Batas Simpangan pada Tingkat Kinerja Struktur (ATC-40, 1996) .....	35
Tabel 3.1	Nilai PGA Pada Stasiun BMKG (BMKG, 2022).....	46



Tabel 4.1	Hasil Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah X.....	77
Tabel 4.2	Hasil Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah Y.....	77
Tabel 4.3	Keterangan Warna Sendi Plastis .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta <i>Hazard</i> PGA, <i>SS</i> , dan <i>S1</i> Cianjur 21 November 2022 .....	14
Gambar 2.2	Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017) .....	20
Gambar 2.3	Peta Parameter Respon Spektra Periode 0,2 Detik ( <i>Ss</i> ) (SNI-1726-2019).....	24
Gambar 2.4	Peta Parameter Respon Spektra Periode 1 Detik ( <i>S1</i> ) (SNI-1726-2019).....	25
Gambar 2.5	Spektrum Respon Desain (SNI-1726-2019) .....	28
Gambar 2.6	Kurva Kapasitas (ATC-40 <i>Figure 8-1</i> , 1996).....	32
Gambar 2.7	Penentuan <i>Performance Point</i> (ATC-40 <i>Figure 8-28</i> , 1996).....	32
Gambar 2.8	Kurva Kapasitas Tingkat Kinerja Struktur (ATC-40 <i>Figure 6-6</i> , 1996) .....	33
Gambar 3.1	Tampak atas Masjid Mujahidin <i>Islamic Center Aisyiyah</i> ( <i>Google Maps</i> , 2023) .....	36
Gambar 3.2	Tampak utara Masjid Mujahidin <i>Islamic Center Aisyiyah</i> ( <i>Survey Penelitian</i> , 2022) .....	36
Gambar 3.3	Tampilan <i>OpenQuake Engine WebUI</i> .....	37
Gambar 3.4	Tampilan <i>Microsoft Excel</i> .....	37
Gambar 3.5	Tampilan <i>QGIS Desktop</i> .....	38
Gambar 3.6	Tampilan <i>SAP2000 24</i> .....	38
Gambar 3.7	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	39
Gambar 3.8	Diagram Alir Tahapan Menentukan Nilai PGA menggunakan <i>OpenQuake</i> .....	40
Gambar 3.9	Tampilan Daerah pada <i>USGS VS30 Map Viewer</i> .....	42
Gambar 3.10	Tampilan Konfigurasi <i>Source Model</i> .....	42
Gambar 3.11	Tampilan <i>Source Model</i> .....	43
Gambar 3.12	Tampilan <i>File GMPE Logic Tree</i> .....	43
Gambar 3.13	Tampilan <i>File Source Model</i> .....	44
Gambar 3.14	Tampilan Gabungan <i>File</i> dalam <i>WinRAR</i> .....	44
Gambar 3.15	Tampilan <i>Running Awal OpenQuake Engine</i> .....	45



Gambar 3.45 Tampilan Nilai Respon Spektrum .....	65
Gambar 3.46 Tampilan <i>Base Reaction</i> Akibat Beban Gempa Statik.....	65
Gambar 3.47 Tampilan <i>Base Reaction</i> Akibat Beban Gempa Dinamik.....	66
Gambar 3.48 Tampilan <i>Load Case Gravity</i> .....	67
Gambar 3.49 Tampilan <i>Load Case PUSH-X</i> .....	67
Gambar 3.50 Tampilan <i>Load Application Control</i> .....	68
Gambar 3.51 Tampilan <i>Results Saved</i> .....	68
Gambar 3.52 Tampilan <i>Load Case PUSH-Y</i> .....	69
Gambar 3.53 Tampilan <i>Load Application Control PUSH-Y</i> .....	69
Gambar 3.54 Tampilan <i>Select Frame</i> Balok.....	70
Gambar 3.55 Tampilan <i>Assign Frame Hinges</i> Balok .....	70
Gambar 3.56 Tampilan <i>Auto Hinge Assignment Data</i> Balok .....	71
Gambar 3.57 Tampilan <i>Select Frames</i> Kolom.....	71
Gambar 3.58 Tampilan <i>Assign Frame Hinges</i> Kolom.....	72
Gambar 3.59 Tampilan <i>Auto Hinge Assignment Data</i> Kolom.....	72
Gambar 3.60 Tampilan <i>Running Analysis</i> .....	73
Gambar 4.1 Tampilan Nilai PGA Gempa Bumi Cianjur Tahun 2022.....	74
Gambar 4.2 Peta <i>Hazard</i> PGA, SS, dan S1 Gempa Bumi Cianjur Tahun 2022 .....	75
Gambar 4.3 Grafik Simulasi Respon Spektrum .....	76
Gambar 4.4 Tampilan Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah X .....	76
Gambar 4.5 Tampilan Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah Y .....	77
Gambar 4.6 Tampilan <i>Pushover Curve</i> .....	78
Gambar 4.7 Parameter <i>ATC-40 Capacity Spectrum</i> .....	79
Gambar 4.8 Tampilan Setelah <i>Input</i> Parameter <i>ATC-40 Capacity Spectrum</i>	79
Gambar 4.9 Nilai <i>Performance Point Pushover X</i> .....	81
Gambar 4.10 Nilai <i>Performance Point Pushover Y</i> .....	81
Gambar 4.11 Tampilan <i>Step</i> Awal Sendi Plastis Arah X.....	83
Gambar 4.12 Tampilan <i>Step</i> Sendi Plastis Pada Kolom Arah X .....	83
Gambar 4.13 Tampilan <i>Step</i> Akhir Sendi Plastis Arah X.....	84
Gambar 4.14 Tampilan <i>Step</i> Awal Sendi Plastis Arah Y.....	84
Gambar 4.15 Tampilan <i>Step</i> Akhir Sendi Plastis Arah Y .....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1 Bentuk Bangunan Masjid Mujahidin <i>Islamic Center</i> Aisyiyah Cianjur Pada Program SAP2000 (Tampak Depan) .....</b>	<b>xxii</b>
<b>Lampiran 2 Denah Bangunan Masjid Mujahidin <i>Islamic Center</i> Aisyiyah Cianjur Pada Program SAP2000 (Tampak Atas) .....</b>	<b>xxii</b>
<b>Lampiran 3 Kerusakan Pada Bangunan .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>Lampiran 4 Kerusakan Pada Bangunan .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>Lampiran 5 Kerusakan Pada Balok Tangga .....</b>	<b>xxiv</b>
<b>Lampiran 6 Kerusakan Pada Kolom .....</b>	<b>xxiv</b>
<b>Lampiran 7 Analisis Hitungan Beban Mati .....</b>	<b>xxv</b>