

ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN SOLTERRA DENGAN VARIASI BENTUK *SHEAR WALL*

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Sipil



Oleh:

MAULANA MALIK IBRAHIM

1603517

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN SOLTERRA
DENGAN VARIASI BENTUK *SHEAR WALL***

Oleh :
Maulana Malik Ibrahim

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Maulana Malik Ibrahim 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang
Tugas akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN SOLTERRA
DENGAN VARIASI BENTUK *SHEAR WALL***

MAULANA MALIK IBRAHIM

1 6 0 3 5 1 7

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



Drs. Budi Kudwadi, M.T.

NIP. 19630622 199001 1 001

Pembimbing II



Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.

NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen
Pendidikan Teknik Sipil



Dr. Rina Marina Masri, M.P.

NIP. 19650530 199101 2 001

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Dr. Ir. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd

NIP. 19620202 198803 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN SOLTERRA DENGAN VARIASI BENTUK *SHEAR WALL***” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2021

Maulana Malik Ibrahim

1603517

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Analisis Kinerja Struktur Apartemen Solterra Dengan Variasi Bentuk *Shear Wall***”

Penulisan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kepada pembaca untuk memberikan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2021

Maulana Malik Ibrahim

1603517

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu, yaitu :

1. Drs. Budi Kudwadi, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan motivasi dalam penulisan tugas akhir.
2. Ben Novarro Batubara, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan motivasi dalam penulisan tugas akhir.
3. Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang selalu bersedia mendukung dan memberikan bimbingan selama penulisan tugas akhir.
4. Dr. Rina Marina Masri M.P, selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil.
5. Seluruh civitas akademika Departemen Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI beserta seluruh dosen yang telah memberikan ilmu dan saran dalam penulisan tugas akhir.
6. Kepada kedua orang tua penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan penuh dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada teman-teman Progam Studi Teknik Sipil FPTK UPI angkatan 2016 yang bersama-sama berjuang selama masa perkuliahan dan selalu memberi dorongan dan motivasi kepada penulis dalam penulisan tugas akhir ini.

ANALISIS KINERJA STRUKTUR APARTEMEN SOLTERRA DENGAN VARIASI BENTUK *SHEAR WALL*

Maulana Malik Ibrahim, Budi Kudwadi¹, Ben Novarro Batubara²
Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,
Universitas Pendidikan Indonesia

Email : maulanamalikibrahim0903@gmail.com
bkudwadi@upi.edu
bensnovr@yahoo.com

ABSTRAK

Setiap bangunan tinggi memerlukan perencanaan bangunan tahan gempa untuk meminimalisir terjadinya kerusakan struktural. Pada bangunan tahan gempa diberikan elemen alternatif berupa dinding geser atau *shear wall* yang berfungsi memberikan kekakuan sehingga mampu menahan berbagai jenis beban lateral. Kekakuan struktur dapat direpresentasikan dengan nilai waktu getar alami fundamental dan simpangan horizontal. Penentuan bentuk dan penempatan posisi *shear wall* harus diperhatikan karena memiliki akibat yang besar terhadap perilaku struktur gedung. Tujuan penelitian ini adalah melihat perbedaan nilai waktu getar alami fundamental dan simpangan horizontal akibat variasi bentuk *shear wall* dan menentukan level kinerja struktur berdasarkan pada ATC-40 serta mengetahui bentuk *shear wall* yang paling optimal. Metode yang digunakan yaitu analisis pemodelan struktur gedung secara 3D menggunakan software ETABS v.18.1.0, dengan beban gempa respons spektrum SNI 1726-2019. Penelitian ini merupakan evaluasi struktur gedung Apartemen Solterra dan perbandingan dengan empat pemodelan, yaitu tanpa *shear wall* (model I), kondisi eksisting (model II), dan dua alternatif variasi bentuk *shear wall* (model III dan model IV). Kesimpulan dari penelitian ini yaitu waktu getar alami fundamental struktur Apartemen Solterra adalah pada model I (tanpa *shear wall*) $T = 4,983$ s, sedangkan pada Model II, Model III, dan Model IV (dengan *shear wall*) $T = 2,533$ s, hal ini menunjukkan bahwa pemasangan *shear wall* memberikan pengaruh terhadap nilai waktu getar alami fundamental. Nilai simpangan horizontal akibat beban gempa dengan variasi bentuk *shear wall*, yaitu pada Arah X untuk model I = 307,97 mm, model II = 208,28 mm, model III = 172,62 mm, dan model IV = 155,54 mm. Sedangkan pada Arah Y untuk model I = 434,12 mm, model II = 171,50 mm, model III = 180,59 mm, dan model IV = 142,91 mm, hal ini menunjukkan bahwa variasi bentuk *shear wall* berpengaruh terhadap nilai simpangan horizontal akibat beban gempa. Level kinerja struktur Apartemen Solterra berdasarkan variasi bentuk *shear wall* menunjukkan seluruh model berada pada level *immediate occupy*, Hal ini menunjukkan apabila struktur gedung mengalami gempa tidak akan terjadi kerusakan yang signifikan dan struktur dapat segera digunakan kembali. Bentuk *shear wall* yang paling optimal pada Apartemen Solterra berdasarkan keempat model adalah Model IV.

Kata kunci : *Shear wall*, waktu getar alami fundamental, simpangan horizontal, respons spektrum, kinerja struktur, ATC-40.

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

STRUCTURAL PERFORMANCE ANALYSIS OF SOLTERRA APARTMENT WITH VARIATIONS IN THE SHAPE OF THE SHEAR WALL

Maulana Malik Ibrahim, Budi Kudwadi¹, Ben Novarro Batubara²

Civil Engineering Program, Faculty of Technology and Vocational Education,
Indonesia University of Education

Email : maulanamalikibrahim0903@gmail.com

bkudwadi@upi.edu

bensnovr@yahoo.com

ABSTRACT

Every high-rise building requires an earthquake-resistant building design to minimize the occurrence of structural damage. In earthquake-resistant buildings, alternative elements are provided in the form of shear walls or shear walls which function to provide stiffness so that they can withstand various types of lateral loads. Stiffness of the structure can be represented by the value of the fundamental natural vibration time and the horizontal deviation. Determination of the shape and position of the shear wall must be considered because it has a large impact on the behavior of the building structure. The purpose of this study was to see the difference in the value of the fundamental natural vibration time and the horizontal deviation due to variations in the shape of the shear wall and determine the level of structural performance based on ATC-40 and determine the most optimal shape of the shear wall. The method used is the analysis of building structure modeling in 3D using ETABS v.18.1.0 software, with an earthquake load response spectrum of SNI 1726-2019. This research is an evaluation of the structure of the Solterra Apartment building with four models, namely without a shear wall (model I), the existing condition (model II), and two alternative variations of the shear wall shape (model III and model IV). The conclusion of this study is that the fundamental natural vibration time of the Solterra Apartment structure is in model I (without shear wall) $T = 4.983$ s, while in Model II, Model III, and Model IV (with shear wall) $T = 2.533$ s, this shows that the shear wall installation has an effect on the value of the fundamental natural vibration time. The value of the horizontal deviation due to earthquake loads with variations in the shape of the shear wall, namely in the X direction for model I = 307.97 mm, model II = 208.28 mm, model III = 172.62 mm, and model IV = 155.54 mm. While in the Y direction for model I = 434.12 mm, model II = 171.50 mm, model III = 180.59 mm, and model IV = 142.91 mm, this shows that variations in the shape of the shear wall affect the deviation value. horizontally due to earthquake loads. The performance level of the Solterra Apartment structure based on variations in the shape of the shear wall shows that all models are at the immediate occupancy level, this shows that if the building structure experiences an earthquake there will be no significant damage and the structure can be reused immediately. The most optimal form of shear wall in Solterra Apartments based on the four models is Model IV.

Keywords: Shear wall, fundamental natural vibration time, horizontal deviation, response spectrum, structure performance, ATC-40.

¹Lecturer of Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

² Lecturer of Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian	3
1.5 Struktur Organisasi Tugas Akhir.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	5
2.2 <i>Shear Wall</i>	9
2.3 Simpangan Horizontal.....	15
2.4 Pembebanan Struktur	17
2.4.1 Beban Mati	17
2.4.2 Beban Hidup	18
2.4.3 Beban Gempa	19
2.4.4 Kombinasi Pembebanan	20
2.5 Analisis Struktur terhadap Beban Gempa	21
2.6 Respons Spektrum SNI -1726-2019.....	23
2.7 P-Delta.....	30
2.8 Kinerja Struktur.....	31
2.8.1 Kinerja Batas Layan	31
2.8.2 Kinerja Batas Ultimit.....	31
2.8.3 Kinerja Struktur berdasarkan ATC-40	32

2.8.4 Kinerja Struktur berdasarkan FEMA 356.....	34
2.8.5 Kinerja Struktur berdasarkan FEMA 440.....	36
2.9 Program ETABS	37
2.10 Penelitian Terdahulu	38
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Desain Penelitian.....	42
3.2 Lokasi Penelitian.....	44
3.3 Waktu Penelitian	44
3.4 Pengumpulan Data	45
3.5 Instrumen Penelitian.....	45
3.6 Analisis Data	45
3.7 Kerangka Berpikir.....	49
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Data Struktur Gedung.....	50
4.2 Pembebanan	52
4.2.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	52
4.2.2 Beban Mati Tambahan (<i>Super Imposed Dead Load</i>)	54
4.2.3 Beban Hidup (<i>Live Load</i> dan <i>Live Roof Load</i>)	54
4.2.4 Beban Hujan (<i>Rain Load</i>)	54
4.3 Analisis Respon Spektrum	55
4.3.1 Parameter Gempa.....	55
4.3.2 Nilai S_{DS} dan S_{D1}	55
4.3.3 Nilai Respon Spektrum	55
4.3.4 Nilai S_a	55
4.4 Kombinasi Pembebanan.....	57
4.5 Temuan.....	58
4.5.1 Waktu Getar Alami Fundamental	62
4.5.2 Gaya Geser Dasar Seismik.....	68
4.5.3 Simpangan Horizontal	73
4.5.4 P-Delta	82
4.6 Pembahasan.....	91
4.6.1 Waktu Getar Alami Fundamental	91
4.6.2 Simpangan Horizontal	92
4.6.3 P-Delta	94

4.6.4	Kinerja Struktur berdasarkan ATC 40	95
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		97
4.1	Simpulan dan Implikasi.....	97
4.2	Rekomendasi	98
DAFTAR PUSTAKA		99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Gempa maksimum rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia	6
Gambar 2. <i>Bearing walls</i>	10
Gambar 3. <i>Frame walls</i>	10
Gambar 4. <i>Core walls</i>	11
Gambar 5. Geometri dinding geser	11
Gambar 6. Sistem <i>Shear Wall</i>	12
Gambar 7. Susunan geometri dinding geser	13
Gambar 8. Posisi Dinding Geser Melintang Bangunan	13
Gambar 9. Perencanaan struktur dengan analisis statik.....	21
Gambar 10. Perencanaan struktur dengan analisis dinamik	23
Gambar 11. Respons Spektra Percepatan S_s	27
Gambar 12. Respons Spektra Percepatan S_1	27
Gambar 13. Level Kinerja Struktur Berdasarkan ATC-40	32
Gambar 14. Metode <i>Displacement Coefficient</i> FEMA 356.....	36
Gambar 15. ETABS v.18.1.0	37
Gambar 16. Diagram alir penelitian.....	43
Gambar 17. Lokasi studi kasus	44
Gambar 18. Denah Struktur Apartem Solterra	50
Gambar 19. Respon Spektrum Desain	56
Gambar 20. Model Struktur Tipe 1 (Tanpa <i>Shear Wall</i>)	58
Gambar 21. Model Struktur Tipe 2 (Kondisi eksisting)	59
Gambar 22. Model Struktur Tipe 3 (Tipe L)	60
Gambar 23. Model Struktur Tipe 4 (Tipe C)	61
Gambar 24. Perbandingan Waktu Getar Alami Fundamental	91
Gambar 25. Perbandingan Simpangan ke Dasar Lantai (<i>Displacement</i>).....	92
Gambar 26. Perbandingan Nilai P-Delta	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Simpangan antar tingkat ijin, $\Delta_a^{a,b}$	16
Tabel 2. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung	17
Tabel 3. Beban Hidup Stuktur	19
Tabel 4. Kategori Resiko Struktur Gedung.....	23
Tabel 5. Faktor Keutamaan Gempa	24
Tabel 6. Faktor Sistem Penahan Gaya Gempa.....	25
Tabel 7. Klasifikasi Situs	26
Tabel 8. Koefisien Situs, F_a	28
Tabel 9. Koefisien Situs, F_v	28
Tabel 10. Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur	32
Tabel 11. Batasan <i>rasio drift</i>	34
Tabel 12. Waktu Penelitian.....	44
Tabel 13. Tipe Kolom	51
Tabel 14. Tipe Balok.....	51
Tabel 15. Tipe Pelat	51
Tabel 16. Tipe <i>Shear wall</i>	51
Tabel 17. Beban Mati.....	52
Tabel 18. Respon Spektrum Desain.....	56
Tabel 19. Waktu getar alami fundamental model 1	62
Tabel 20. Waktu getar alami fundamental model 2	63
Tabel 21. Waktu getar alami fundamental model 3	64
Tabel 22. Waktu getar alami fundamental model 4	65
Tabel 23. Waktu getar alami fundamental tiap model	67
Tabel 24. Nilai C_s	68
Tabel 25. Simpangan Horizontal Model 1 (Arah X)	74
Tabel 26. Simpangan Horizontal Model 1 (Arah Y)	75
Tabel 27. Simpangan Horizontal Model 2 (Arah X)	76
Tabel 28. Simpangan Horizontal Model 2 (Arah Y)	77
Tabel 29. Simpangan Horizontal Model 3 (Arah X)	78
Tabel 30. Simpangan Horizontal Model 3 (Arah Y)	79
Tabel 31. Simpangan Horizontal Model 4 (Arah X)	80

Tabel 32. Simpangan Horizontal Model 4 (Arah Y)	81
Tabel 33. P-Delta Model 1 (Arah X)	83
Tabel 34. P-Delta Model 1 (Arah Y)	84
Tabel 35. P-Delta Model 2 (Arah X)	85
Tabel 36. P-Delta Model 2 (Arah Y)	86
Tabel 37. P-Delta Model 3 (Arah X)	87
Tabel 38. P-Delta Model 3 (Arah Y)	88
Tabel 39. P-Delta Model 4 (Arah X)	89
Tabel 40. P-Delta Model 4 (Arah Y)	90
Tabel 41. Perbandingan nilai simpangan	93

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I :

- Surat Tugas Dosen Pembimbing
- Lembar Bimbingan
- Berita Acara Seminar 1
- Berita Acara Seminar 2

LAMPIRAN II :

- Pembuktian perhitungan berat gedung hasil etabs dan manual

LAMPIRAN III :

- Pembuktian persamaan volume *shear wall* tiap model

LAMPIRAN IV :

- Perhitungan momen inersia *shear wall*

LAMPIRAN V :

- Pembuktian kekuatan balok

LAMPIRAN VI :

- Pembuktian kekuatan kolom

LAMPIRAN VII :

- *Shop Drawing*