

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG
SISTEM GANDA DAN *OPEN FRAME* TERHADAP
BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726 : 2019
(STUDI KASUS APARTEMEN *THE SOUTH CONDO*
ONE AVENUE BATAM)**



GLADYS PETRISIA SITORUS

03011281924040

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG SISTEM GANDA DAN *OPEN FRAME* TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726 : 2019 (STUDI KASUS APARTEMEN *THE SOUTH CONDO* *ONE AVENUE BATAM*)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



GLADYS PETRISIA SITORUS

03011281924040

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG SISTEM
GANDA DAN *OPEN FRAME* TERHADAP BEBAN GEMPA
BERDASARKAN SNI 1726 : 2019 (STUDI KASUS
APARTEMEN *THE SOUTH CONDO ONE AVENUE* BATAM)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

GLADYS PETRISIA SITORUS

03011281924040

Palembang, September 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

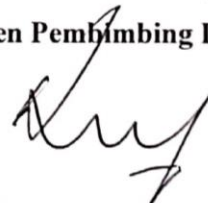
Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Rosidawani, S.T., M.T.

NIP. 197605092000122001

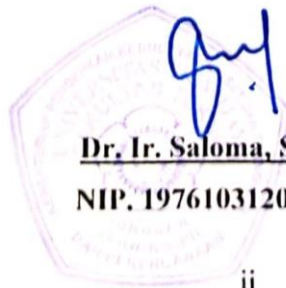


Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM

NIP. 195603141985031002

Mengetahui/ Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

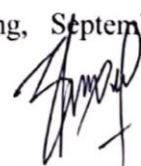
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat penyertaan, belas kasih dan pertolongan-Nya kepada penulis sehingga laporan tugas akhir dapat terselesaikan. Laporan ini berjudul “Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda dan *Open frame* Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726 : 2019 (Studi Kasus Apartemen *The South Condo One Avenue* Batam)”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pembuatan laporan tugas akhir:

1. Kepada orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, semangat, motivasi dan bantuan baik materil dan moril.
2. Ibu Dr. Rosidawani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
3. Ibu Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng.IPM selaku Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
5. Semua dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Jajaran pegawai Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
7. Kepada teman-teman yang telah membantu penulis dalam memberi saran, masukan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dalam ilmu Teknik Sipil pada bidang struktur dan lainnya.

Palembang, September 2023



Gladys Petrisia Sitorus

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xiii
RINGKASAN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT	xvii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xviii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xix
PERNYATAAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xx
RIWAYAT HIDUP	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa	4
2.2. Sistem Struktur Bangunan Penahan Gaya Gempa	5
2.2.1. Sistem <i>Frame</i>	5
2.2.2. Dinding Geser	7
2.3. Perilaku Struktur akibat gaya gempa.....	8
2.3.1. Perilaku goyangan <i>Open frame</i>	8
2.3.2. Pola Goyangan Struktur Dinding Geser.....	9

2.3.3.	Perilaku struktur rangka- dinding geser (<i>dual system</i>).....	10
2.4.	Pembebanan	11
2.5.	Respon Dinamik Struktur.....	14
2.5.1.	Faktor Keutamaan Gempa dan kategori risiko gempa.....	14
2.5.2.	Klasifikasi Situs.....	14
2.5.3.	Parameter Koefisien Terpetakan (Crs Dan Cr1).....	15
2.5.4.	Parameter Percepatan Spektrum Desain	16
2.5.5.	Spektrum Respons Desain	16
2.5.6.	Kategori Desain Seismik.....	18
2.5.7.	Pemilihan Sistem Struktur	18
2.5.8.	Geser Dasar Seismik	18
2.5.9.	Periode Fundamental.....	20
2.5.10.	Distribusi vertikal gaya seismik	21
2.5.11.	Distribusi horizontal gaya seismik.....	21
2.6.	Simpangan Antar Lantai.....	22
2.7.	Ketidakteraturan Gedung	23
2.7.1.	Ketidakteraturan Horizontal.....	24
2.7.2.	Ketidakteraturan Vertikal.....	24
2.8.	Dilatasi	25
2.9.	Penelitian terdahulu	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1.	Diagram Alir Penelitian	36
3.2.	Studi Literatur	37
3.3.	Pengumpulan Data Objek Penelitian.....	37
3.4.	Data Material Bangunan.....	40
3.5.	Dimensi Elemen Struktur dan Tulangan	40
3.6.	Deskripsi Model	42
3.7.	Pemodelan Struktur Menggunakan Programs E-TABS.....	44
3.8.	<i>Running</i> program.....	53
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1.	Pembebanan	55
4.1.3.	Beban gempa.....	56

4.1.	Pusat Massa dan Pusat kekakuan	61
4.2.	Cek Ketidakberaturan Gedung	61
4.2.1.	Ketidakberaturan Horizontal	61
4.2.2.	Ketidakberaturan Vertikal	65
4.3.	Model Modifikasi (<i>Open frame</i> dengan dilatasi)	69
4.4.	Analisis Dinamik Gempa	72
4.4.1.	Rasio Partispasi Modal Massa	72
4.5.	Gaya Geser Dasar Seismik (V)	73
4.6.	<i>Displacement</i>	76
4.7.	Simpangan antar lantai	79
4.8.	<i>Drift ratio</i>	83
4.9.	Dilatasi	88
4.10.	Desain penampang model modifikasi	92
4.10.1.	Penulangan Balok	92
4.10.2.	Penulangan Kolom	95
4.11.	Perbandingan volume	100
	BAB 5 PENUTUP	102
5.1.	Kesimpulan.....	102
5.2.	Saran.....	103
	DAFTAR PUSTAKA	104
	LAMPIRAN	106

Daftar Gambar



Gambar 2. 1 Ilustrasi pemodelan portal terbuka (<i>open frame</i>) (Desnalia, 2016).....	6
Gambar 2. 2 Ilustrasi pemodelan portal tertutup (<i>close frame</i>) (Desnalia, 2016)....	6
Gambar 2. 3. Respon struktur sistem rangka (Muhtar).....	9
Gambar 2. 4. Respon struktur dual system (Pawirodikromo, 2012).....	10
Gambar 2. 5 Respon struktur sistem ganda (Ramya, 2012).....	11
Gambar 2. 6. Penentuan <i>Drift ratio</i> (simpangan antar lantai).....	23
Gambar 2. 7 ilustrasi gedung yang kerap dilakukan dilatasi	26
Gambar 2. 8 Denah loby model 1 dengan sistem ganda (Ambarwati, 2016)	27
Gambar 2. 9 Denah loby model 2 dengan sistem <i>open frame</i> (Ambarwati, 2016).....	27
Gambar 2. 10 Pemodelan struktur model 1 dengan sistem ganda pada penelitian (Ambarwati, 2016).....	28
Gambar 2. 11 Pemodelan struktur model 2 dengan sistem SRPMK pada penelitian (Ambarwati, 2016).....	28
Gambar 2. 12 Gambar denah penelitian (Arif Durachman,2022).....	32
Gambar 2. 13 Diagram simpangan antar lantai gedung 1.a	34
Gambar 2. 14 Diagram simpangan antar lantai gedung 1.a	34
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Tampak depan gedung	38
Gambar 3. 3. Tampak belakang gedung.....	38
Gambar 3. 4. Tampak samping kiri gedung.....	39
Gambar 3. 5. Tampak samping kanan gedung.....	39
Gambar 3. 6 Gambar tampak depan eksisting yang menunjukkan perpotongan dilatasi	43
Gambar 3. 7 Denah eksisting yang menunjukkan perpotongan dilatasi	43
Gambar 3. 8 Pengaturan menu <i>properties of object</i> balok.....	44
Gambar 3. 9 Pengaturan menu <i>properties of object</i> kolom	45
Gambar 3. 10 Pengaturan menu <i>properties of object</i> pelat lantai	45
Gambar 3. 11 Pengaturan menu <i>properties of object</i> dinding geser	46
Gambar 3. 12 <i>Input frame end length offsets</i> pada elemen struktur kolom	47

Gambar 3. 13 Mengatur jenis perletakan jepit	48
Gambar 3. 14 <i>Load pattern</i> gempa statik ekuivalen	49
Gambar 3. 15 Membuat respon spektrum	50
Gambar 3. 16 Input data untuk membuat respon spektrum	50
Gambar 3. 17 Menambah load case untuk beban dinamik gempa.....	51
Gambar 3. 18 Mengatur load case untuk beban dinamik gempa	51
Gambar 3. 19 Menambah kombinasi beban.....	52
Gambar 3. 20 Menu pengaturan <i>input</i> pembebanan	53
Gambar 4. 1 Grafik respons spektra wilayah Batam kondisi tanah lunak berdasarkan SNI 1726:2019	57
Gambar 4. 2 Ketidakberaturan 4 pada sistem struktur	64
Gambar 4. 3 Ketidakberaturan sisitem nonpararel.....	65
Gambar 4. 4 Luas tributari perhitungan kolom.....	70
Gambar 4. 5 Grafik <i>base shear</i>	76
Gambar 4. 6 Grafik <i>displacement</i> pada arah X	78
Gambar 4. 7 Grafik <i>displacement</i> pada arah Y	79
Gambar 4. 8 Grafik simpangan antar lantai pada arah X.....	83
Gambar 4. 9 Grafik simpangan antar lantai pada arah Y	83
Gambar 4. 10 Grafik <i>drift ratio</i> pada arah X	86
Gambar 4. 11 Grafik <i>drift ratio</i> pada arah Y	87
Gambar 4. 12 Deform shape struktur model 2a tampak atas	88
Gambar 4. 13 Deform shape struktur model 2b tampak atas	88
Gambar 4. 14 Deform shape struktur model tampak samping.....	89
Gambar 4. 15 Simpangan akibat kombinasi envelope model 2a (arah ke kanan) dan model 2b (arah ke kiri).....	91
Gambar 4. 16 Detail balok B3	93
Gambar 4. 17 Detail balok B2	93
Gambar 4. 18 Detail balok B4	94
Gambar 4. 19 Detail kolom K1 segmen 1	96
Gambar 4. 20 Detail kolom K1 segmen 2.....	96
Gambar 4. 21 Detail kolom K2 segmen 1	97
Gambar 4. 22 Detail kolom K2 segmen 1	98

Gambar 4. 23 Detail kolom K segmen 3.....99

Daftar Tabel

Tabel 2. 1. Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	175
Tabel 2. 2. Faktor Keutamaan Gempa	176
Tabel 2. 3. Klasifikasi Situs	176
Tabel 2. 4. Koefisien Situs F_a	177
Tabel 2. 5. Koefisien situs F_v	178
Tabel 2. 6. Kategori desain seismik perioda pendek.....	178
Tabel 2. 7. Kategori desain seismik perioda 1 detik	178
Tabel 2. 8. Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	179
Tabel 2. 9. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	184
Tabel 2. 10. Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	184
Tabel 2. 11. Simpangan antar lantai izin, $(\Delta a)_{a,b}$	185
Tabel 3. 1 Peraturan yang diterapkan pada penelitian ini	37
Tabel 3. 2 Tipe dan dimensi elemen dan tulangan struktur kolom	40
Tabel 3. 3 Tipe dimensi dan tulangan balok	42
Tabel 3. 4 Tipe dimensi dan tulangan pelat lantai	42
Tabel 4. 1 Beban mati tambahan pada pelat lantai 1-17	55
Tabel 4. 2 Beban mati tambahan pada pelat lantai Atap.....	55
Tabel 4. 3 Rekap berat dinding struktur.....	55
Tabel 4. 4 Kategori risiko bangunan	58
Tabel 4. 5 Nilai parameter sistem struktur gedung	58
Tabel 4. 6 Nilai koefisien C_u dan C_t	59
Tabel 4. 7 Perhitungan periode fundamental struktur.....	59
Tabel 4. 8 Perhitungan koefisien respons seismik	60
Tabel 4. 9 Pusat massa dan kekakuan struktur.....	61
Tabel 4. 10 Pengecekan ketidakberaturan torsi.....	62
Tabel 4. 11 Pengecekan sudut dalam	63
Tabel 4. 12 Pengecekan ketidakbertauran kekakuan tingkat lunak	65
Tabel 4. 13 Pengecekan ketidakbertauran massa	66
Tabel 4. 14 Pengecekan ketidakberaturan geometri vertikal	67

Tabel 4. 15 Pengecekan ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekakuan lateral tingkat	68
Tabel 4. 16 Rekap ketidakbertauran yang terjadi pada struktur eksisting.....	69
Tabel 4. 17 Dimensi balok model modifikasi	69
Tabel 4. 18 Perhitungan beban mati pada kolom lantai 1	70
Tabel 4. 19 Perhitungan beban hidup pada kolom lantai 1	71
Tabel 4. 20 Tipe kolom pada model struktur modifikasi.....	72
Tabel 4. 21 Partisipasi Massa Struktur model 1Eksisting.....	72
Tabel 4. 22 Partisipasi Massa Struktur model 2a	72
Tabel 4. 23 Partisipasi Massa Struktur model 2b.....	72
Tabel 4. 24 Arah faktor 3 mode awal model 1 eksisting	73
Tabel 4. 25 Arah faktor modal model 2a	73
Tabel 4. 26 Arah faktor modal model 2b	73
Tabel 4. 27 Massa struktur tiap lantai	74
Tabel 4. 28 Output <i>displacement</i> arah X dan Y	76
Tabel 4. 29 Simpangan anatr lantai model eksisting sistem ganda.....	80
Tabel 4. 30 Simpangan antar lantai model modifikasi 2 (model 2a)	80
Tabel 4. 31 Simpangan antar lantai model modifikasi 3 (Model 2b).....	81
Tabel 4. 32 <i>Drift ratio</i> pemodelan pada arah X 	84
Tabel 4. 33 <i>Drift ratio</i> pemodelan pada arah Y 	84
Tabel 4. 34 Tabel simpangan lateral model 2a dan 2b pada sisi yang bersebelahan.	89
Tabel 4. 35 Perpindahan akibat kombinasi envelope model 2a arah ke kanan model 2b ke arah kiri.....	91
Tabel 4. 36 Gaya dalam balok B2	92
Tabel 4. 37 Gaya dalam balok B3	93
Tabel 4. 38 Gaya dalam balok B4	94
Tabel 4. 39 Rekap penulangan balok model modifikasi	94
Tabel 4. 40 Gaya dalam K1 segmen 1	95
Tabel 4. 41 Gaya dalam K1 segmen 2	96
Tabel 4. 42 Gaya dalam K2 segmen 1	97
Tabel 4. 43 Gaya dalam K2 segmen 2	98

Tabel 4. 44 Gaya dalam K segmen 3	99
Tabel 4. 45 Rekapitan penulangan kolom model modifikasi	100
Tabel 4. 46 Perbandingan volume beton berdasarkan elemen struktur	100

Daftar Lampiran

Lampiran 1 Perhitungan penulangan balok.....	107
Lampiran 2 Perhitungan penulangan kolom	152
Lampiran 3 Tabel SNI.....	175
Lampiran 4 <i>SHOPDRAWING</i> STRUKTUR EKSISTING	186

RINGKASAN

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG SISTEM GANDA DAN *OPEN FRAME* TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726 : 2019 (STUDI KASUS APARTEMEN *THE SOUTH CONDO ONE AVENUE* BATAM)

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 8 September 2023

Gladys Petrisia Sitorus; Dibimbing oleh Dr. Rosidawani, S.T, M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi +234 Halaman, 58 Gambar, 61 Tabel, 8 Lampiran

Dalam perencanaan gedung tahan gempa, salah satu aspek penting yaitu pemilihan model struktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja struktur antara model sistem ganda dan *frame* pada model studi kasus. Pemodelan dalam penelitian ini dilakukan dengan software Etabs V18, dengan 3 pemodelan struktur, dimana model 1 struktur akan dimodelkan berdasarkan struktur eksisting (sistem ganda) dan model modifikasi berupa *open frame* dengan dilatasi. Dimana model 2a untuk potongan sebelah kiri model eksisting yang dimodifikasi dengan *frame* dan model 2b potongan sebelah kanan. Struktur yang akan dimodelkan terdiri dari basement, 16 lantai, atap dan crown. Dalam penelitian pemodelan dilakukan untuk membandingkan kinerja struktur terhadap gaya gempa kota Batam, berupa nilai *displacement*, simpangan antar lantai, *drift ratio*. Dari hasil didapatkan nilai gaya geser dasar Model 1 lebih besar daripada Model 2a dan 2b *frame*. Untuk simpangan antar lantai didapatkan ketiga model memiliki nilai simpangan yang masih berada dalam batas ijin. Dan *drift ratio* untuk model 1 menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan kedua model lainnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dilatasi antar struktur model 2a dan 2b, didapatkan jarak dilatasi sebesar 79.06mm. Dan juga dilakukan pengecekan kebutuhan volume beton pada model 1 eksisting dengan model 2a dan 2b, didapatkan terjadi peningkatan volume sebesar 4.35% dari model 1 eksisting.

Kata kunci : Sistem ganda, portal, SNI 1726: 2019, gempa, dilatasi.

SUMMARY

COMPARISON OF PERFORMANCE OF DOUBLE SYSTEM AND OPEN FRAME BUILDING STRUCTURES AGAINST EARTHQUAKE LOADS BASED ON SNI 1726: 2019 (CASE STUDY OF THE SOUTH CONDO ONE AVENUE BATAM APARTMENT)

Scientific papers in the form of Final Project, 8 September 2023

Gladys Petrisia Sitorus; *Guided by* Dr. Rosidawani, S.T, M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM.

Department Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xxii +234 Pages, 58 Pictures, 61 Tables, 8 Attachments

In planning an earthquake-resistant building, one important aspect is selecting the structural model. Therefore, this research aims to determine the comparison of structural performance between the dual system model and the *frame* in the case study model. The modeling in this research was carried out using Etabs V18 software, with 3 structural models, where 1 structural model will be modeled based on the existing structure (dual system) and the modified model is an *open frame* with dilation. Where model 2a is for the left piece, the existing model is modified with a *frame* and model 2b is the right piece. The structure to be modeled consists of a basement, 16 floors, roof and crown. In modeling research, it was carried out to compare the performance of the structure against the earthquake forces in the city of Batam, in the form of *displacement* values, *drift* between floors, *drift ratio*. From the results, it was found that the basic shear force value for Model 1 was greater than for Models 2 and 3 *frames*. For the deviation between floors, it was found that the three models had deviation values that were still within the permit limits. And the *drift ratio* for model 1 produces a smaller value than the other two models. Next, the dilation distance between model 2a and 3 structures was calculated, resulting in a dilation distance of 79.06mm. And also checking the concrete volume requirements in the existing model 1 with models 2 and 3, it was found that there was an increase in volume of 4.35% from the existing model 1.

Keywords : *Dual system, open frame , SNI 1726: 2019, earthquake, dilation.*

**PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG SISTEM GANDA
DAN *OPEN FRAME* TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI
1726 : 2019 (STUDI KASUS APARTEMEN *THE SOUTH CONDO ONE*
AVENUE BATAM)**

Gladys Petrisia Sitorus¹⁾, Rosidawani²⁾, dan Hanafiah³⁾

- ¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: gladyspetrisia@gmail.com
- ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: rosidawani@gmail.com
- ³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: hanafiah@gmail.com

Abstrak

Dalam perencanaan gedung tahan gempa, salah satu aspek penting yaitu pemilihan model struktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja struktur antara model sistem ganda dan frame pada model studi kasus. Pemodelan dalam penelitian ini dilakukan dengan software Etabs V18, dengan 3 pemodelan struktur, dimana model 1 struktur akan dimodelkan berdasarkan struktur eksisting (sistem ganda) dan model modifikasi berupa open frame dengan dilatasi. Dimana model 2a untuk potongan sebelah kiri model eksisting yang dimodifikasi dengan frame dan model 2b potongan sebelah kanan. Struktur yang akan dimodelkan terdiri dari basement, 16 lantai, atap dan crown. Dalam penelitian pemodelan dilakukan untuk membandingkan kinerja struktur terhadap gaya gempa kota Batam, berupa nilai displacement, simpangan antar lantai, drift ratio. Dari hasil didapatkan nilai gaya geser dasar Model 1 lebih besar daripada Model 2a dan 2b frame. Untuk simpangan antar lantai didapatkan ketiga model memiliki nilai simpangan yang masih berada dalam batas ijin. Dan drift ratio untuk model 1 menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan kedua model lainnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dilatasi antar struktur model 2a dan 2b, didapatkan jarak dilatasi sebesar 94.43mm. Dan juga dilakukan pengecekan kebutuhan volume beton pada model 1 eksisting dengan model 2a dan 2b, didapatkan terjadi peningkatan volume sebesar 4.35% dari model 1 eksisting.

Kata kunci: Sistem ganda, portal, SNI 1726: 2019, gempa, dilatasi.

Palembang, September 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,




Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

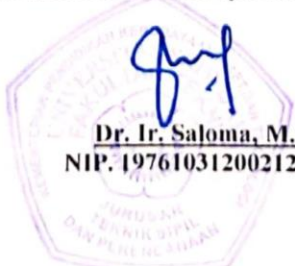
Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM
195603141985031002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Dr. Ir. Sałoma, M.T.
NIP. 197610312002122001



**PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG SISTEM GANDA
DAN *OPEN FRAME* TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI
1726 : 2019 (STUDI KASUS APARTEMEN *THE SOUTH CONDO ONE
AVENUE BATAM*)**

Gladys Petrisia Sitorus¹⁾, Rosidawani²⁾, dan Hanafiah³⁾

- ¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: gladyspetrisia@gmail.com
- ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: rosidawani@gmail.com
- ³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: hanafiah@gmail.com

Abstract

In planning an earthquake-resistant building, one important aspect is selecting the structural model. Therefore, this research aims to determine the comparison of structural performance between the dual system model and the frame in the case study model. The modeling in this research was carried out using Etabs V18 software, with 3 structural models, where 1 structural model will be modeled based on the existing structure (dual system) and the modified model is an open frame with dilation. Where model 2a is for the left piece, the existing model is modified with a frame and model 2b is the right piece. The structure to be modeled consists of a basement, 16 floors, roof and crown. In modeling research, it was carried out to compare the performance of the structure against the earthquake forces in the city of Batam, in the form of displacement values, drift between floors, drift ratio. From the results, it was found that the basic shear force value for Model 1 was greater than for Models 2 and 3 frames. For the deviation between floors, it was found that the three models had deviation values that were still within the permit limits. And the drift ratio for model 1 produces a smaller value than the other two models. Next, the dilation distance between model 2a and 3 structures was calculated, resulting in a dilation distance of 94.43mm. And also checking the concrete volume requirements in the existing model 1 with models 2 and 3, it was found that there was an increase in volume of 4.35% from the existing model 1.

Keywords : *Dual system, open frame , SNI 1726: 2019, earthquake, dilation.*

Palembang, September 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



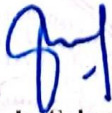
Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

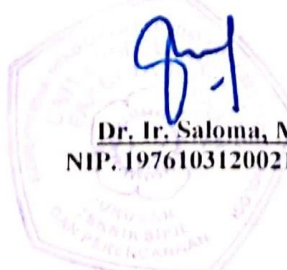
Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM
195603141985031002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Dr. Ir. Saloma, M.T.
NIP. 197610312002122001



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gladys Petrisia Sitorus
NIM : 03011281924040
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda dan *Open frame* Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726: 2019 (Studi Kasus Apartemen *The South Condo One Avenue* Batam)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, September 2023



Gladys Petrisia Sitorus

NIM. 03011281924040

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda dan *Open Frame* Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726 : 2019 (Studi Kasus Apartemen *The South Condo One Avenue Batam*)” yang disusun oleh Gladys Petrisia Sitorus, NIM. 03011281924040 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 September 2023.

Palembang, 8 September 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir,

Pembimbing :

1. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

()

2. Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM
NIP. 195603141985031002

()

Penguji :

3. Ir. Yakni Idris, M.Sc, MSCE
NIP. 195812111987031002

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.

NIP. 196706151995121002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gladys Petrisia Sitorus
NIM : 03011281924040
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda dan
Open frame Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726:
2019 (Studi Kasus Apartemen *The South Condo One Avenue*
Batam)

Memberikan izin kepada Dosen Pembimbing saya dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya tulis ini, maka saya setuju menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Indralaya, September 2023



Gladys Petrisia Sitorus
NIM. 03011281924040

RIWAYAT HIDUP

Nama : Gladys Petrisia Sitorus
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : gladyspetrisia@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDS Hidup Baru 1 Batam	-	-	SD	2007-2013
SMP Negeri 9 Batam	-	-	SMP	2013-2016
SMA Negeri 5 Batam	-	IPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Gladys Petrisia Sitorus

NIM. 03011281924040

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di daerah perkotaan di Indonesia saat ini mulai mengalami perkembangan yang cukup pesat. Pertumbuhan penduduk yang cukup pesat di perkotaan juga diikuti dengan kebutuhan tempat tinggal yang cukup tinggi, yang membuat terbatasnya lahan di daerah perkotaan. Krisis lahan mengakibatkan harga tanah dan hunian menjadi tidak ekonomis, sehingga mulai berkembang inovasi desain bangunan dengan arah vertikal. Gedung bertingkat untuk tempat tinggal adalah satu inovasi bangunan desain arah vertikal, yang mulai banyak dibangun di daerah perkotaan. Konstruksi gedung bertingkat perlu mempertimbangkan berbagai beban yang bekerja antara lain berat sendiri, beban hidup, beban gempa, beban angin, dan bila ada beban salju.

Sistem elemen struktur dalam gedung yang diharapkan dapat merespon beban-beban yang bekerja tersebut adalah rangka portal (*open frame*) dan atau dinding geser (*shear wall*). Kombinasi pemanfaatan kedua sistem elemen struktur seperti disebut di atas dikenal sebagai sistem ganda (*dual system*). Akibat beban gempa yang terjadi gedung bertingkat dengan perbedaan kekakuan pada setiap tingkat, konfigurasi gedung, yang tidak beraturan baik pada arah horizontal maupun arah vertikal, dan dengan adanya void (*opening*) yang cukup luas berpotensi menimbulkan torsi pada gedung. Pada dasarnya untuk mengurangi efek torsi dalam suatu perencanaan perlu dilakukan trial design berbagai konfigurasi geometri kolom dan dinding geser, sehingga menghasilkan suatu perencanaan yang memenuhi aspek kekuatan, stabilitas, kompatibilitas, kenyamanan, dan ekonomis. Menurut Pauley dan Priestley (1992:18), bentuk yang sederhana lebih dikehendaki, bangunan dengan bentuk yang lebih estetik seperti T dan L sebaiknya dihindari atau disederhanakan menjadi bentuk yang lebih sederhana. Salah satu yang dapat dilakukan adalah proses dilatasi struktur. Dilatasi atau pemisahan struktur

merupakan metode untuk menghindari kerusakan serius pada bangunan akibat gaya vertikal maupun horizontal akibat gempa bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan respon gedung yang didesain dengan dua jenis sistem struktur dalam menahan beban gempa. Penelitian menggunakan model bangunan gedung eksisting Apartemen sebagai studi kasus. Model bangunan eksisting menggunakan sistem ganda. Sedangkan model bangunan modifikasi dalam penelitian ini menggunakan sistem *open frame* dengan dilatasi. Bangunan dimodelkan secara 3D dengan menggunakan program Etabs. Parameter yang akan menjadi tinjauan dan analisis adalah base shear, *drift ratio*, simpangan antar lantai.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai *base shear* gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem (*open frame*) dengan dilatasi ?
2. Berapa besar nilai simpangan antar lantai gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem (*open frame*) dengan dilatasi ?
3. Berapa besar nilai *drift ratio* gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem (*open frame*) dengan dilatasi ?
4. Berapa besar nilai volume beton gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem (*open frame*) dengan dilatasi ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan perbandingan nilai *base shear* gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem *open frame* dengan dilatasi?

2. Menghasilkan perbandingan nilai simpangan antar lantai gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem *open frame* dengan dilatasi?
3. Menghasilkan perbandingan nilai *drift ratio* gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem *open frame* dengan dilatasi?
4. Menghasilkan perbandingan nilai volume beton gedung eksisting dengan sistem ganda dan gedung dengan sistem *open frame* dengan dilatasi?

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian laporan tugas akhir ini dibatasi atas beberapa tinjauan, yaitu:

1. Gedung eksisting terdiri dari 19 lantai berupa konstruksi beton bertulang
2. Model eksisting adalah sistem ganda dan model modifikasi adalah sistem *open frame* dengan dilatasi
3. Perilaku struktur dimodelkan secara 3 dimensi (3D) dengan bantuan program ETABS.
4. Elemen ramp, tangga, kolam renang tidak diperhitungkan dalam permodelan.
5. Dalam pemodelan 3D, pondasi dimodelkan dengan pendekatan sebagai perletakan jepit.
6. Peraturan yang digunakan meliputi :
 - a) SNI 03-1726-2019, Perencanaan bangunan tahan gempa menggunakan peraturan
 - b) SNI 03-2847- 2019, Perencanaan beton bertulang menggunakan peraturan
 - c) SNI 1727- 2020, Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain
7. Kondisi tanah dimana bangunan eksisting berdiri dianggap tanah lunak (SE).

DAFTAR PUSTAKA

- Almufid, & Egi Santoso. (2021). *Struktur SRPMK DAN SRPMM Pada Bangunan Tinggi*. 10(1), 24–34.
- Amaral, C. (2016). *Alternatif Perencanaan Dinding Geser (Shear Wall) Dengan Sistem Kantilever Pada Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang*. 36.
- Ambarwati, Y. D., & Husin, N. A. (2017). Analisis Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Desain Struktur Hotel Ammeerra Jakarta. Fakultas Teknik ITS Surabaya.
- Chamid, A. D. Al. (2012). *Perbandingan tiga metode penentuan sistem ganda dari struktur portal -dinding geser akibat beban gempa, Achmad Damar Al Chamid, FT UI, 2012*. 5–6.
- Desnalia, D. (2020). Analisis Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata pada Bangunan Bertingkat Beton Bertulang (Doctoral dissertation, Universitas Widya Kartika).
- Durachman, A., & Hasyim, W. (2022). Analisis Jarak Dilatasi Struktur Bangunan Menggunakan Sistem Dilatasi Dua Kolom. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(1), 19-29.
- E, S. N., & Abraham, N. M. A. K. S. D. (2019). *Analysis of Irregular Structures under Earthquake Loads*.
- Fadillah, A. (2019). *PENGARUH VARIASI TATA LETAK DINDING GESER PADA BANGUNAN BETON BERTULANG DENGAN ANALISA PUSHOVER PADA GEDUNG KAMPUS UINSU MEDAN*. 2, 18.
- Fathur, R. (2020). *Analisis Kinerja Struktur pada Konstruksi Baja dan Konstruksi Beton Bertulang dengan Analisa Pushover Statik Non-Linear Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Hotel Santika, Batam)*. 7(7), 6.
- Hamdan, D. (2016). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Terpadu dan Kuliah Politeknik Negeri Batam*. November 2020, 50.
- Jannah, A. N. (2018). *Kajian Perbandingan Respon Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser Akibat Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum*. 25–26.
- Kurniawan, M. E. (2017). *Analisis Perbandingan Struktur Gedung Bertingkat Dengan Bentang 12 Meter Yang Menggunakan SRPMK Dengan Dual system*. 57–58.
- Muhammad, R. (2020). *Tugas Akhir Tugas Akhir*. 2(1), 35.
- RAHMAN, M. A. (2021). *Studi Komparasi Respon Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Sistem Dinidng Geser Dan Pertambatan*.

- Pratama, A. H. (2020). *KoMPArasi Respon Dinamik Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Variasi Bentuk Dan Penempatan Dinding Geser Mengacu SNI 1726-2019*. 2(1), 34–37.
- Primadana, I. D., & Anwar, K. (2021). *Tugas akhir studi perencanaan struktur atas bangunan tahan gempa menggunakan kolom dan dinding geser dengan sistem srpmk*.
- Tarigan, M. (2013). *Ketidakteraturan Horizontal Sudut Dalam*. 18.
- Winda, M. (2021). *Analisa pengaruh bukaan dinding geser pada bangunan gedung arsip di jakarta*. 8.