



TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR ASRAMA MENGGUNAKAN *INVERTED V BRACED* DAN KOLOM BAJA *WIDE FLANGE*

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMAD UMAR MUKAROM

41119110072

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

2023



**MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR ASRAMA MENGGUNAKAN *INVERTED*
V BRACED DAN KOLOM BAJA *WIDE FLANGE***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat untuk mengambil gelar sarjana (S1)

Nama : MUHAMAD UMAR MUKAROM

Nim : 41119110072

Pembimbing : Dian Rahmawati, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS

MERCU BUANA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Umar Mukarom
NIM : 41119110072
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Modifikasi Desain Struktur Asrama Menggunakan *Inverted V Braced* dan Kolom Baja *Wide Flange*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 9 September 2023



Muhamad Umar Mukarom

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Umar Mukarom
NIM : 41119110072
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Modifikasi Desain Struktur Asrama Menggunakan *Inverted V Braced* dan Kolom Baja *Wide Flange*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

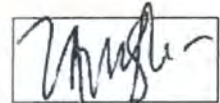
Pembimbing : Dian Rahmawati, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 8822222256



Ketua Penguji : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.
NIDN/NIDK/NIK : 8990650022



Anggota Penguji : Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0309095601



Jakarta, 9 September 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya berupa keimanan, kesehatan, kepandaian, dan kecakapan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini ijinlah penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya atas bimbingan dan dorongan tiada henti kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, kelancaran, dan kemampuan untuk menyelesaikan segala urusan selama pelaksanaan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan tiada henti kepada penulis baik berupa materi maupun dukungan doa.
3. Bapak Prof. Dr. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Prof. Dr. Zulfa Fitri Ikatrianasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik/Direktur Program Pascasarjana.
5. Ibu Sylvia Indriany, Ir, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Ibu Dian Rahmawati, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang sudah memberikan banyak masukan dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
7. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang secara langsung dan tidak langsung telah memberikan bimbingan yang sangat bermanfaat kepada penulis.
8. Kepada atasan saya Syauqy Ribhan, yang telah membantu memberikan masukan dan pembelajaran dalam pengerjaan tugas akhir ini, dan menjadikan tugas akhir ini lebih hidup dan baik dalam penyusunannya.
9. Bapak Junaidi Heriyanto selaku Project Manager Proyek PLTU Kupang 1 yang memberikan kesempatan saya untuk melanjutkan kuliah baik secara materiil dan atau imateriil.
10. Teman-teman saya di JAMET UMB Hariyanto, Aisah, Jihad, Saifudin, Dwi, gerby Rizal, yang sudah memberikan semangat dan kehangatan saat penyusunan tugas akhir ini.

11. Seluruh teman – teman Universitas Mercu Buana khususnya Teknik Sipil.
12. Teman-teman proyek PLTU Timor 1 yang selalu mendukung dan ikut mendoakan kelancaran studi S1 saya.
13. Rekan-rekan sekalian yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, serta semua pihak yang telah membantu.

Dengan segenap kerendahan hati, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu besar harapan adanya koreksi maupun masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Penulis berharap dengan adanya tugas akhir ini, dikemudian hari dapat memberikan manfaat yang baik bagi pembaca , serta memberikan referensi yang bermutu untuk segala persoalan yang terkait dengan judul tugas akhir ini.

Jakarta, Agustus 2023

Penulis



ABSTRAK

Nama : Muhamad Umar Mukarom
Nim : 41119110072
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Modifikasi Desain Struktur Asrama Menggunakan Inverted V Braced dan Kolom Baja Wide Flange
Pembimbing : Dian Rahmawati, S.T., M.T.

Seiring perkembangan bertambahnya jumlah mahasiswa di Universitas President, didapati bahwa kapasitas dari asrama tidak mencukupi untuk menampung kuota mahasiswa yang ada. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian untuk melakukan penambahan kapasitas kamar untuk mengakomodir kebutuhan tersebut. Dalam prosesnya, diambil langkah untuk melakukan penambahan lantai pada gedung asrama yang sebelumnya 4 lantai menjadi 5 lantai. Dalam perencanaannya perlu diperhatikan aspek-aspek keselamatan dan ketahanan bangunan kedepannya karena adanya penambahan lantai tersebut.

Dengan tujuan menambah kekuatan bangunan, dipilih kekuatan menggunakan Bracing eksentrik dengan konfigurasi V terbalik atau *Inverted V Braced*. Pemilihan *bracing* jenis ini didasarkan kepada kemampuan bracing dalam menyalurkan beban yang menjadikan sendi plastis terjadi di ujung link balok dengan *bracing* dan bukan di dekat kolom bangunan. Untuk menguji kekakuan dan kekuatan dari konfigurasi ini dilakukan pemodelan menggunakan program SAP2000 untuk menampilkan gaya dalam yang bekerja, simpangan antar lantai (*story drift*), dan kurva displacement terhadap *baseshear*. Setelah didapatkan data maka dilakukan perbandingan antara pemodelan bangunan dengan bracing dan tanpa bracing untuk mengetahui parameter-parameter yang diperiksa. Dilakukan juga kajian mengenai level kinerja struktur dari hasil output SAP2000 untuk mengetahui kategori level kinerja bangunan baik pemodelan dengan bracing ataupun tanpa bracing. Dari hasil level kinerja akan diketahui kemampuan bangunan dalam menerima beban gempa dan ketahanan bangunan terhadap aspek keselamatan.

Kata Kunci : *Inverted V Braced, Bracing, EBF, Story Drift, Pushover.*

ABSRTACT

Name : Muhamad Umar Mukarom
Nim : 41119110072
Study Program : Civil Engineering Dept.
Title : Modifikasi Desain Struktur Asrama Menggunakan Inverted V Braced dan Kolom Baja Wide Flange
Counsellor : Dian Rahmawati, S.T., M.T.

As the number of students at President University increased, it was discovered that the capacity of the dormitories was insufficient to accommodate the existing student quota. Therefore, studies need to be carried out to increase room capacity to accommodate these needs. In the process, steps were taken to increase the floors in the dormitory building from 4 floors to 5 floors. In planning, it is necessary to pay attention to aspects of safety and future resilience of the building due to the addition of the floor.

With the aim of increasing the strengthening of the building, reinforcement was chosen using eccentric bracing with an inverted V configuration or Inverted V Braced. The choice of this type of bracing is based on the bracing's ability to distribute loads which makes plastic joints occur at the end of the beam link with the bracing and not near the building column. To test the stiffness and strength of this configuration, modeling was carried out using the SAP2000 program to display the internal forces at work, the drift between floors (story drift), and the displacement curve against the base shear. After obtaining the data, a comparison is carried out between building modeling with bracing and without bracing to determine the parameters being examined. A study was also carried out regarding the level of structural performance from the output of SAP2000 to determine the category of building performance level, whether modeling with bracing or without bracing. From the results of the performance level, the building's ability to withstand earthquake loads and the building's resistance to safety aspects will be known.

Keywords : *Inverted V Braced, Bracing, EBF, Story Drift, Pushover.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3 Perumusan Masalah.....	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Ruang Lingkup.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Umum.....	II-1
2.2 Sejarah <i>Steel Structure</i>	II-1
2.3 Jenis Profil Baja.....	II-3
2.4 Karakteristik Baja.....	II-5
2.4.1 Sifat Mekanis Baja.....	II-5
2.4.2 Metode <i>Load and Resistance Faktor Design (LRFD)</i>	II-6
2.4.3 Kombinasi Beban Faktor.....	II-7
2.4.4 Batang Tekan LRFD.....	II-7
2.4.5 Batang Lentur.....	II-10
2.4.6 Tekuk Torsi Lateral.....	II-10
2.4.7 Batang Portal (Aksial-Momen).....	II-11
2.4.8 Sambungan Baut.....	II-14
2.4.9 Sambungan Las Metode DFBK.....	II-18

2.5 Konfigurasi <i>Inverted V Brace</i>	II-23
2.6 Penelitian Terdahulu	II-25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	III-2
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	III-3
3.4 Metode Penelitian	III-4
3.5 Populasi dan Instrumen Penelitian.....	III-4
3.6 Jadwal Penelitian.....	III-4
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	IV-1
4.1 Parameter Desain	IV-1
4.1.1 Data Perencanaan.....	IV-1
4.1.2 Perencanaan Desain Struktur	IV-2
4.2 Pemodelan Struktur.....	IV-6
4.3 Pembebanan Struktur Utama	IV-6
4.4 Kontrol Desain.....	IV-7
4.4.1 Parameter Respon Struktur Rencana.....	IV-7
4.4.2 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	IV-8
4.5 Kombinasi Pembebanan.....	IV-11
4.6 Kontrol Struktur Utama EBF <i>Inverted V</i>	IV-12
4.6.1 Kontrol Link.....	IV-12
4.6.2 Kontrol <i>Bracing</i>	IV-16
4.6.3 Kontrol Kolom	IV-19
4.7 Analisa <i>Push Over</i>	IV-25
4.8 Kekuatan Struktur	IV-26
4.9 Level Kinerja Struktur	IV-30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-2
5.1 Kesimpulan	V-2
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Baja Profil I.....	II-3
Gambar 2.2 Penampang Baja Profil Siku.....	II-4
Gambar 2.3 Penampang Baja Profil U.....	II-4
Gambar 2.4 Penampang Baja Profil T.....	II-5
Gambar 2.5 Struktur Baja, AISC 2010.....	II-8
Gambar 2.6 Nomogram untuk menentukan factor tekuk.....	II-9
Gambar 2.7 Tata letak baut.....	II-15
Gambar 2.8 Sambungan baut kolom dan balok (<i>end plate</i>).....	II-17
Gambar 2.9 Tipe-tipe sambungan las.....	II-19
Gambar 2.10 Jenis-jenis sambungan las.....	II-21
Gambar 2.11 Konfigurasi <i>Inverted Brace</i>	II-23
Gambar 2.12 Mekanisme terbentuknya sendi plastis.....	II-23
Gambar 2.13 Konfigurasi <i>Inverted V Brace</i> dan mekanisme kegagalannya.....	II-24
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir.....	III-2
Gambar 3.2 Lokasi Asrama <i>President University</i>	III-3
Gambar 4.1 Pemodelan Struktur dengan Aplikasi SAP2000.....	IV-6
Gambar 4.2 Desain respon spektrum wilayah Cikarang.....	IV-8
Gambar 4.3 Diagram Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>).....	IV-11
Gambar 4.4 Balok di luar EBF <i>Inverted V</i> yang ditinjau.....	IV-13
Gambar 4.5 Bracing EBF <i>Inverted V</i> yang ditinjau.....	IV-17
Gambar 4.6 Kolom EBF <i>Inverted V</i> yang ditinjau.....	IV-20
Gambar 4.7 Kurva <i>Base Shear</i> Arah Y.....	IV-25
Gambar 4.8 Kurva <i>Base Shear</i> Arah X.....	IV-26
Gambar 4.9 Push-X Step 11 (Braced).....	IV-27
Gambar 4.10 Push-X Step 11 (Unbraced).....	IV-27
Gambar 4.11 Kurva Kapasitas Spektrum Arah X (Braced).....	IV-31
Gambar 4.12 Kurva Kapasitas Spektrum Arah Y (Braced).....	IV-32
Gambar 4.13 Kurva Kapasitas Spektrum Arah X (Unbraced).....	IV-32
Gambar 4.14 Kurva Kapasitas Spektrum Arah Y (Unbraced).....	IV-33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Sifat Mekanis Baja Struktural	II-6
Tabel 2.2 Jarak tepi minimum.....	II-14
Tabel 2.3 Ukuran minimum las sudut	II-21
Tabel 2.4 Tipe elektroda las	II-22
Tabel 2.5 Penelitian terdahulu.....	II-25
Tabel 3.1 <i>Time Schedule</i> Penelitian	III-5
Tabel 4.1 Profil <i>link</i>	IV-4
Tabel 4.2 Simpangan rantai arah x (Δx) <i>Inverted V Brace</i>	IV-9
Tabel 4.3 Simpangan rantai arah y (Δy) <i>Inverted V Brace</i>	IV-10
Tabel 4.4 Simpangan rantai arah x (Δx) <i>Unbraced</i>	IV-10
Tabel 4.5 Simpangan rantai arah y (Δy) <i>Unbraced</i>	IV-10
Tabel 4.6 Penentuan Vult Terhadap Nilai <i>Baseforce - Displacement</i> Arah Y <i>Braced</i>	IV-28
Tabel 4.7 Penentuan Vult Terhadap Nilai <i>Baseforce - Displacement</i> Arah X <i>Braced</i>	IV-28
Tabel 4.8 Penentuan Vult Terhadap Nilai <i>Baseforce-Displacement</i> Arah Y <i>Unbraced</i>	IV-28
Tabel 4.9 Penentuan Vult Terhadap Nilai <i>Baseforce-Displacement</i> Arah X <i>Unbraced</i>	IV-28
Tabel 4.10 Kategori Level Kinerja Struktur FEMA 273 (1997).....	IV-31

DAFTAR NOTASI

ϕ	: Faktor Ketahanan
R_n	: Kekuatan Nominal
ϕR_n	: Kekuatan Desain
R_u	: Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban LRFD
P_u	: Gaya aksial terfaktor
P_n	: Kuat tarik nominal
P_n	: Kuat tarik nominal
A_g	: Luas penampang bruto (mm^2)
F_y	: tegangan leleh (Mpa)
F_u	: tegangan tarik putus (Mpa)
λ	: Parameter batas tidak langsing pada kolom
E	: Modulus Elastisitas
A_g	: Luas penampang bruto komponen struktur, mm^2
F_{cr}	: Tegangan krisis penampang, MPa
F_e	: Tegangan tekuk kritis elastis, MPa
F_y	: Tegangan leleh material, MPa
K	: Faktor Panjang efektif
I	: Inersia baja
B_1	= faktor Pengali untuk memprhitungkan $P-\delta$ (P-delta) terhadap momen pada elemen struktur yang titik nodalnya tidak mengalami perpindahan
B_1	= faktor Pengali untuk memprhitungkan $P-\delta$ (P-delta) terhadap momen pada elemen struktur yang titik nodalnya mengalami perpindahan (bergoyang)
M_{nt}	= Kuat lentur perlu elemen, hasil analisis struktur elastis linier(global) untuk elemen struktur yang titik nodalnya tidak mengalami perpindahan lateral (atau rangka tidak bergoyang).
M_{lt}	= Kuat lentur perlu elemen, hasil analisis struktur elastis linier(global) untuk elemen struktur yang titik nodalnya mengalami perpindahan lateral (atau rangka bergoyang).
P_{nt}	= Kuat aksial perlu, hasil analisis struktur elastis linier (global) untuk elemen struktur yang titik nodalnya tidak mengalami perpindahan lateral (atau rangka tidak bergoyang).

- P_{lt} = Kuat aksial perlu, hasil analisis struktur elastislinier (global) untuk elemen struktur yang titik nodalnya mengalami perpindahan lateral (atau rangka bergoyang).
- α = 1.0 (jika digunakan ketentuan LRFD, nilainya sudah pada level kondisi batas (*ultimate*)).
- C_m = Koefisien untuk elemen yang tidak bergoyang.
- P_{e1} = Kapasitas tekuk kritis batang pada arah lentur yang ditinjau $P_{story} = P_u$ = total beban vertical.
- $P_{e\ story}$ = Kuat tekuk kritis elastis pada tingkat dalam arah perpindahan yang ditinjau.
- P_{mf} = Beban vertical total pada kolom pada tingkat yang merupakan bagian rangka momen (portal), jika ada, pada arah translasi yang ditinjau (= 0 untuk sistem rangkaterikat).
- A_b = Luas penampang baut
- b = Lebar balok pelat penyambung
- a = Tinggi penampang tekan
- f_{ub} = Kuat tarik nominal baut

