



**ANALISIS EFISIENSI MATERIAL BERDASARKAN VARIASI
BENTUK RANGKA BAJA DENGAN BRESING PADA STRUKTUR
GEDUNG PERKANTORAN 10 LANTAI DI WILAYAH
HUNTINGTON BEACH, CALIFORNIA, AMERIKA SERIKAT
MENGUNAKAN TEKLA STRUCTURES® DAN SAP2000®**

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMAD PASHA

41122120038

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024



**ANALISIS EFISIENSI MATERIAL BERDASARKAN VARIASI
BENTUK RANGKA BAJA DENGAN BRESING PADA STRUKTUR
GEDUNG PERKANTORAN 10 LANTAI DI WILAYAH
HUNTINGTON BEACH, CALIFORNIA, AMERIKA SERIKAT
MENGUNAKAN TEKLA STRUCTURES® DAN SAP2000®**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Pembimbing : Ir. Edifrizal Darma, M.T.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024

LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini, dengan biodata:

Nama : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Material Berdasarkan Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing pada Struktur Gedung Perkantoran 10 Lantai di Wilayah Huntington Beach, California, Amerika Serikat Menggunakan Tekla Structures® dan SAP2000®

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, 26 Juli 2024



Muhamad Pasha

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Material Berdasarkan Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing pada Struktur Gedung Perkantoran 10 Lantai di Wilayah Huntington Beach, California, Amerika Serikat Menggunakan Tekla Structures® dan SAP2000®

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

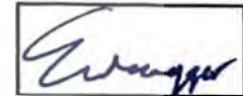
Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Edifrizal Darma, M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0303126603

Tanda tangan



Ketua Penguji : Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0322039103



Anggota Penguji : Suci Putri Elza, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0330108902



Jakarta, 26 Juli 2024

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

Penulis ucapkan puji syukur serta nikmat kepada Allah SWT atas rahmat-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat merampungkan laporan tugas akhir ini yang berjudul "Analisis Efisiensi Material Berdasarkan Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing pada Struktur Gedung Perkantoran 10 Lantai di Wilayah Huntington Beach, California, Amerika Serikat Menggunakan Tekla Structures® dan SAP2000®". Tulisan ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahannya dan bimbingan berbagai pihak. Maka, penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, di antaranya adalah:

1. Seluruh *civitas academica* Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya sehingga saya bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan tepat waktu;
2. Keluarga dan orang tua saya yang telah senantiasa mendukung kegiatan saya selama masa perkuliahan di Universitas Mercu Buana, Jakarta;
3. Rekan-rekan saya Alumni Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Angkatan 2018.

Semua dukungan yang dicurahkan oleh para pihak yang telah penulis tuliskan di atas merupakan sumber semangat untuk menyelesaikan tulisan ini. Penulis merasa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, penulis membuka pintu selebar-lebarnya bagi para pihak yang hendak memberikan kritik serta saran membangun untuk penulis agar dapat membuat tulisan dengan lebih baik lagi di masa yang akan datang. Sekali lagi, penulis ucapkan terima kasih.

Jakarta, 26 Juli 2024

Muhamad Pasha

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Material Berdasarkan Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing pada Struktur Gedung Perkantoran 10 Lantai di Wilayah Huntington Beach, California, Amerika Serikat Menggunakan Tekla Structures® dan SAP2000®

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini mengizinkan dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Juli 2024



Muhamad Pasha

ABSTRAK

Nama : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Material Berdasarkan Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing pada Struktur Gedung Perkantoran 10 Lantai di Wilayah Huntington Beach, California, Amerika Serikat Menggunakan Tekla Structures® dan SAP2000®
Pembimbing : Ir. Edifrizal Darma, M.T.

Pada suatu bangunan, aspek struktur merupakan salah satu komponen fundamental. Salah satu ancaman terbesarnya adalah gempa. Pada besaran tertentu, gempa bisa sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan struktur. Berkaca dari hal tersebut, maka perancangan struktur tahan gempa sangat diperlukan. Di daratan utama Amerika Serikat, gempa bumi lebih sering terjadi di daerah pesisir barat. Sebab, daerah tersebut terletak tepat berada di atas Sesar San Andreas. Dengan begitu, pembangunan di daerah tersebut, khususnya di California, perlu memperhatikan resistensi terhadap gempa. Selain itu, agar menjadi stimulus pembangunan, aspek efisiensi juga perlu dipertimbangkan. Dalam tulisan ini, dilakukan analisis efisiensi material struktur gedung perkantoran 10 lantai tahan gempa di Huntington Beach, California, berdasarkan variasi rangka baja dengan bresing. Variasi yang dianalisis adalah tipe V terbalik, X, dan Z. Berdasarkan hasil analisis, bentuk yang paling optimal dan efisien adalah tipe Z. Sebab, tipe Z memiliki simpangan antar lantai yang konsisten di bawah batas simpangan izin serta termasuk ke dalam kategori bangunan stabil. Dari segi jumlah tonnase material, tipe Z merupakan yang paling efisien yaitu sebesar 1231.226 Ton. Sedangkan, tipe V terbalik sebesar 1304.203 Ton dan tipe X sebesar 1242.662 Ton.

Kata kunci: Gempa; Struktur; Optimal; Efisien; California.

ABSTRACT

Name : Muhamad Pasha
NIM : 41122120038
Study Program : *Civil Engineering*
Thesis Tittle : *Material Efficiency Analysis Based on Variations of Steel Braced Frame in 10-Story Office Building Structure in the Huntington Beach Area, California, United States of America Using Tekla Structures® and SAP2000®*
Counsellor : Ir. Edifrizal Darma, M.T.

In a building, the structural aspect is one of the fundamental components. One of the biggest threats is earthquakes. At certain magnitudes, earthquakes can be very dangerous because it can cause structural failure. Reflecting on this, designing seismic-resistant structures is very necessary. In the mainland of USA, the earthquakes occur more frequently in the western coastal areas. Because, this area is located right above the San Andreas Fault. Therefore, construction in this area, especially in California, needs to consider seismic resistance. Moreover, in order to become a development stimulus, efficiency aspects also need to be considered. In this paper, an analysis of the material efficiency of a 10-story seismic-resistant office building in Huntington Beach, California, is carried out based on variations in steel braced frames. The variations analyzed are inverted V, X, and Z type. Based on the analysis results, the most optimal and efficient form is type Z. Because, type Z has storey drift that is consistently below the permit limit and is included in the stable building category. In terms of material tonnage, type Z is the most efficient, namely 1231,226 tons. Meanwhile, the inverted V type is 1304,203 tons and the X type is 1242,662 tons.

Keywords: *Earthquake; Structure; Optimal; Efficient; California.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2. Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3. Perumusan Masalah	I-3
1.4. Maksud dan Tujuan Tugas Akhir.....	I-4
1.4.1. Maksud	I-4
1.4.2. Tujuan.....	I-5
1.5. Manfaat Tugas Akhir	I-5
1.6. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-5
1.7. Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR.....	II-1
2.1. Tinjauan Teori Pendukung Tugas Akhir.....	II-1

2.1.1. Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Beban Gempa.....	II-1
2.1.2. Sistem Pemikul Gaya Seismik Rangka Baja dengan Bresing.....	II-14
2.1.3. Pembebanan Struktur Bangunan	II-17
2.1.4. Desain Kapasitas Penampang Struktur Baja	II-24
2.2. Karya Tulis Ilmiah Terdahulu.....	II-39
2.3. Kerangka Berpikir.....	II-40
BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR.....	III-1
3.1. Metode.....	III-1
3.1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	III-2
3.1.2. Tinjauan Pustaka	III-2
3.1.3. Perhitungan Pembebanan	III-3
3.1.4. Pengolahan Data di Perangkat Lunak SAP2000®	III-4
3.1.5. Pengolahan Data di Perangkat Lunak Tekla Structures®	III-5
3.2. Data Tugas Akhir	III-6
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	IV-1
4.1. Pembebanan pada Model Struktur Bangunan.....	IV-1
4.1.1. Beban Mati	IV-1
4.1.2. Beban Hidup.....	IV-3
4.1.3. Beban Salju.....	IV-4
4.1.4. Beban Angin.....	IV-5
4.1.5. Beban Gempa	IV-6
4.2. Pengolahan Data di Perangkat Lunak SAP2000®.....	IV-7
4.2.1. Desain Kapasitas Penampang.....	IV-10
4.2.2. Data Hasil Analisis Struktur Bangunan Tahan Beban Gempa.....	IV-13
4.2.3. Respons Struktur Terhadap Beban Gempa.....	IV-16
4.3. Pengolahan Data di Perangkat Lunak Tekla Structures®.....	IV-23

BAB V PENUTUP	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	PUSTAKA-1
LAMPIRAN.....	LAMPIRAN-1



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori Desain Seismik (KDS) Berdasarkan Nilai SDS dan $SD1$	II-2
Tabel 2.2. Kategori Risiko Bangunan Berdasarkan Jenis Pemanfaatannya	II-3
Tabel 2.3. Faktor Keutamaan Gempa Berdasarkan Kategori Risiko Bangunan.....	II-3
Tabel 2.4. Koefisien Periode Fundamental Pendekatan	II-5
Tabel 2.5. Koefisien C_u untuk Batas Maksimal Periode Fundamental.....	II-6
Tabel 2.6. Simpangan Antar Lantai Izin.....	II-10
Tabel 2.7. Koefisien dan Faktor Desain untuk SRBKB dan SRBKK.....	II-17
Tabel 2.8. Faktor Paparan (C_e).....	II-20
Tabel 2.9. Faktor Termal (C_t) untuk Bangunan Berpemanas dengan Atap Tanpa Ventilasi.....	II-20
Tabel 2.10. Koefisien Paparan Kecepatan Tekanan Angin (K_z).....	II-22
Tabel 2.11. Koefisien Tekanan Eksternal (C_p).....	II-23
Tabel 2.12. Penentuan Koefisien Kekuatan Geser Badan Profil I (C_v)	II-30
Tabel 2.13. Penentuan Persamaan Tegangan Nominal (F_n) Gaya Aksial Tekan	II-33
Tabel 2.14. Penentuan Penerapan Fenomena Tekuk Torsi Lentur pada Profil L.....	II-34
Tabel 2.15. Penentuan Persamaan Interaksi Gaya Aksial Tekan dan Momen Lentur.....	II-35
Tabel 2.16. Karya Tulis Ilmiah Terdahulu	II-39
Tabel 3.1. Parameter Desain Seismik Studi Kasus Sesuai ASCE 7.....	III-7
Tabel 3.2. Data Konfigurasi Bangunan Studi Kasus	III-7
Tabel 4.1. Parameter-parameter Beban Angin.....	IV-5
Tabel 4.2. Parameter-parameter Beban Gempa.....	IV-6
Tabel 4.3. Daftar Pemilihan Penampang Elemen Struktur.....	IV-10
Tabel 4.4. Nilai Gaya Geser Akibat Beban Gempa.....	IV-13
Tabel 4.5. Distribusi Vertikal Gaya Geser (F_x) dan Distribusi Horizontal Gaya Lateral (V_x).....	IV-14
Tabel 4.6. Verifikasi Jumlah Partisipasi Massa dan Periode Aktual (T).....	IV-16
Tabel 4.7. Verifikasi Perbandingan Nilai Gaya Geser Statik dan Dinamik	IV-18
Tabel 4.8. Verifikasi Simpangan Antar Lantai Bangunan (Δx)	IV-19

Tabel 4.9. Verifikasi Koefisien Stabilitas Struktur (θ).....IV-21
Tabel 4.10 Hasil Desain Elemen Sekunder dan Sambungan.....IV-24
Tabel 4.11. Tonnase Total Ketiga Model TinjauanIV-26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Variasi Bentuk Struktur Rangka dengan Bresing	II-15
Gambar 2.2. Visualisasi SRBK dan SRBE	II-16
Gambar 2.3. Kerangka Berpikir	II-40
Gambar 3.1. Diagram Alir Tugas Akhir	III-1
Gambar 3.2. Tampilan Citra Satelit Lokasi Investigasi Geoteknik	III-6
Gambar 3.3. Sketsa Tiga Variasi Bentuk Rangka Baja dengan Bresing	III-9
Gambar 4.1. Visualisasi Pemodelan Menggunakan SAP2000®	IV-8
Gambar 4.2. Hasil Analisis Kapasitas Penampang Elemen.....	IV-12
Gambar 4.3. Visualisasi Pemodelan Menggunakan Tekla Structures®	IV-25
Gambar 4.4. Contoh Gambar Rakitan (<i>Assembly Drawing</i>) Elemen Struktur untuk Fabrikasi Baja	IV-28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	LA-1
Lampiran 2. Sistem Pemikul Gaya Seismik dalam ASCE 7-22	LA-2
Lampiran 3. Penampang Elemen Struktur Model V Terbalik	LA-5
Lampiran 4. Penampang Elemen Struktur Model X.....	LA-7
Lampiran 5. Penampang Elemen Struktur Model Z.....	LA-9
Lampiran 6. Perhitungan Sambungan dengan Idea Statica®	LA-11
Lampiran 7. Contoh BOM Keluaran Tekla Structures®.....	LA-16

