

TUGAS AKHIR

EVALUASI KEKUATAN STRUKTUR GEDUNG BAJA DENGAN METODE LRFD AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN TIAP LANTAI (STUDI KASUS: GEDUNG 4 LANTAI KAPUK BUSINESS PARK)

Diajukan sebagai syarat dalam menempuh ujian Kesarjanaan jenjang pendidikan Strata
Satu (S1)



Disusun oleh :

HERU PURWANTO

41114110103

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Dosen pembimbing:

SUCI PUTRI ELZA. ST, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

J A K A R T A

2020

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : EVALUASI KEKUATAN STRUKTUR GEDUNG BAJA DENGAN METODE LRFD AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN TIAP LANTAI (STUDI KASUS: GEDUNG 4 LANTAI KAPUK BUSINESS PARK)

Disusun oleh :

N a m a : Heru Purwanto

N I M : 41114110103

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana tanggal : 13 Februari 2020

Jakarta, 04 Maret 2020


Mengetahui,

Pembimbing

Ketua Penguji



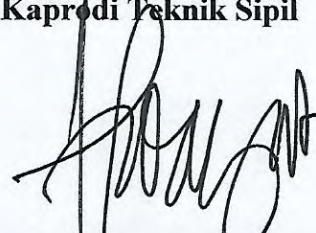
Suci Putri Elza, ST, MT



Zainal Abidin Shahab, Ir, MT

7/3/2020

Kaprodi Teknik Sipil



Acep Hidayat, ST, MT

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA KOMPREHENSIF LOKAL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :



Nama : Heru Purwanto
Nomor Induk Mahasiswa : 41114110103
Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 04 Maret, 2020

Yang memberikan pernyataan

HERU.

Heru Purwanto

ABSTRAK

Gedung Kapuk Business Park merupakan gedung 4 lantai yang difungsikan sebagai gudang kertas dan juga office perkantoran. Terjadi perubahan fungsi gedung dengan adanya penambahan beban tiap lantai. Desain awal yang di rencanakan oleh konsultan perencana tidak memperhitungkan beban gempa.

Untuk mengevaluasi struktur gedung Kapuk Business Park menggunakan metode LRFD dengan memberikan faktor 0.9 atau menjadi $0.9P_n$, preliminary design dan permodelan struktur menggunakan program bantu SAP2000, berpedoman pada perencanaan struktur baja SNI 1729:2015, dan pembebanan sesuai SNI 1727:2013.

Setelah melakukan kontrol kapasitas struktur yaitu dengan mengontrol elemen aksial, geser, momen, dan lendutan sesuai dengan pedoman Perencanaan struktur baja berpedoman pada SNI-1729-2015 dan Pembebanan struktur berpedoman pada SNI-1727-2013, kolom tengah C1 tidak mampu menahan gaya aksial $\phi P_n = 3702,59 \text{ kN} < P_u = 2783.428 \text{ kN}$, namun mampu menahan momen lentur, kuat geser dan lendutan yang terjadi. Hasil nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu menunjukkan bahwa persyaratan gaya geser gempa dinamik memenuhi syarat ($V_{\text{dinamik}} > 0,85V_{\text{statik}}$).

Kata kunci: LRF, Struktur gedung, Struktur baja, Penambahan lantai

ABSTRACT

The Kapuk Business Park building is a 4-storey building that functions as a paper warehouse and office office. There was a change in the function of the building with the addition of loads per floor. The initial design planned by the planning consultant did not take into account the earthquake load.

To evaluate the structure of the Kapuk Business Park building using the LRFD method by giving a factor of 0.9 or becoming $0.9P_n$, the preliminary design and structure modeling uses the SAP2000 assistance program, guided by perencanaan struktur baja SNI 1729: 2015, and pembebanan SNI 1727: 2013.

After controlling the capacity of the structure by controlling the axial, shear, moment, and deflection elements in accordance with Perencanaan struktur baja SNI-1729-2015 and loading structures guided by SNI-1727-2013, the middle column C1 is not able to withstand the axial force $\phi P_n = 3702.59 \text{ kN} < P_u = 2783,428 \text{ kN}$, but able to withstand the bending moment, shear strength and deflection that occurs. the final value of the dynamic response of the building structure to the nominal earthquake loading due to the effect of the planned earthquake in a particular direction shows that the dynamic earthquake shear force requirements are met ($V_{\text{dynamic}} > 0.85 V_{\text{static}}$).

Keywords: LRF, building structure, steel structure, addition of floors



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T, Tuhan yang Maha Esa atas Karunia-Nya seluruh tahapan penyelesaian Tugas Akhir ini dengan judul “Evaluasi Kekuatan Struktur Gedung Baja dengan Metode LRFD Akibat Penambahan Beban Tiap Lantai (Studi Kasus: Gedung 4 Lantai Kapuk Business Park)” ini dapat diselesaikan sesuai waktu yang telah ditentukan. Adapun penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1).

Dalam kesempatan kali ini, diucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, memberikan kesempatan, dan membimbing hingga pada akhirnya laporan ini dapat diselesaikan dengan baik, diantaranya yaitu:

1. Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis bisa menyusun dan menyelesaikan laporan ini.
2. Yth, Bpk. Acep Hidayat, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercubuana.
3. Yth, Ibu Suci Putri Elza, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberi masukan kepada penulis.
4. Yth, Bpk Ir. Zainal Abidin Shahab, MT dan Bpk. Ir. Edifrizal Darma, MT, Selaku Penguji Sidang Akhir yang telah menyempatkan waktunya untuk mengoreksi dan memberikan banyak masukan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua tercinta serta adik dan kakak saya yang selalu mendukung dan terus memberikan doa dan motivasi.
6. Staff Tata Usaha Universitas Mercubuana yang tak pernah lelah melayani

kami dalam hal kepengurusan administrasi perkuliahan.

7. Seluruh teman teman jurusan teknik sipil Universitas Mercubuana yang turut memberikan semangat dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang membantu memberikan masukan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir yang namanya tidak dapat disebut satu per satu.

Akhir kata penulis sadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan-kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan ini dan sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai laporan ini. Semoga laporan proposal tugas akhir ini bermanfaat bagi para pembaca.



Jakarta, 08 Maret 2020

Penulis

UNIVERSITAS
MERCUBUANA

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi masalah	I-2
1.3 Rumusan Masalah.....	I-2
1.4 Batasan Masalah	I-3
1.5 Maksud dan Tujuan.....	I-3
1.6 Metodologi Pembahasan.....	I-3
1.7 Skematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Pengertian Baja.....	II-1
2.1.1 Kelebihan Baja sebagai Matrial Struktur	II-1
2.1.2 Kelemahan Baja Sebagai Material Struktur	II-2
2.2 Sifat-sifat mekanika baja.....	II-2
2.3 Beban dan Kombinasi Pembebanan	II-5
2.3.1 Beban Mati	II-5
2.3.2 Beban Hidup.....	II-6

2.3.3 Beban Gempa.....	II-7
2.3.4 Kategori Desain Seismik.....	II-8
2.3.5 Kombinasi pembebanan.....	II-12
2.4 Metode Perencanaan	II-13
2.4.1 Konsep Dasar Metode Perencanaan Load Resistance Faktor Design (LRDF).....	II-13
2.4.2 Batang Tarik.....	II-14
2.4.3 Batang Tekan.....	II-15
2.4.4 Komponen Struktur tanpa Komponen Langsing.....	II-15
2.4.5 Komponen Struktur dengan Elemen Langsing.....	II-16
2.5 Sambungan Baja	II-17
2.5.1 Sambungan baut	II-17
2.5.2 Sambungan Las	II-24
2.6 Perencanaan Beban dan Kuat Terfaktor.....	II-27
2.7 GAP Analisis.....	II-28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Umum	III-1
3.2 Diagram Alir.....	III-1
3.3 Data Primer.....	III-3
3.4 Data Sekunder.....	III-5
3.5 Kriteria Material.....	III-6
3.6 Pengolahan Data Studi Litereatur	III-7
3.6.1 Preliminary Design.....	III-7
3.6.2 Pembebanan.....	III-7
3.6.3 Permodelan Struktur.....	III-8
3.7 Analisa Kapasitas Struktur.....	III-9
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1

4.1 Data – Data Gudang	IV-1
4.1.1 Data Geometrik Gudang.....	IV-1
4.1.2 Spesifikasi Material.....	IV-1
4.1.3 Spesifikasi Bahan	IV-3
4.2 Perencanaan Awal Gedung	IV-3
4.2.1 Data Permodelan Struktur	IV-4
4.3 Perhitungan Beban Gravitasi Gedung.....	IV-9
4.3.1 Pembebanan pada Lantai 2 - 4.....	IV-9
4.3.2 Pembebanan pada lantai atap.....	IV-9
4.3.3 Pembebanan Balok (SDL).....	IV-10
4.4 Perhitungan Beban Gempa.....	IV-11
4.4.1 Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan.....	IV-11
4.4.2 Menentukan Kelas Situs (Jenis Tanah)	IV-11
4.4.3 Menentukan Parameter Percepatan Gempa (S_s , S_1)	IV-11
4.4.4 Menentukan Koefisien Situs dan Parameter Respon Spectra Percepatan Gempa	IV-12
4.4.5 Menentukan Kategori Desain Seismik.....	IV-14
4.4.6 Menghitung Periode Struktur (T).....	IV-17
4.4.7 Gempa Statik Ekuivalen.....	IV-20
4.4.8 Menghitung Berat Struktur.....	IV-21
4.4.9 Menghitung Koefisien Respon Seismik.....	IV-22
4.4.10 Menghitung Gaya Geser Dasar	IV-23
4.4.11 Menentukan Eksentrisitas Rencana (e_d)	IV-23
4.4.12 Gempa Dinamik Respons Spektrum	IV-24
4.4.13 Input Respon Spektrum Gempa Rencana.....	IV-25
4.4.14 Kontrol Partisipasi Massa.....	IV-26

4.4.15 Gaya Geser Dasar Nominal, V (Base Shear).....	IV-27
4.4.16 Simpangan Struktur.....	IV-28
4.5 Gaya Dalam Akibat Kombinasi Pembebanan.....	IV-29
4.6 Perancangan Struktur.....	IV-34
4.6.1 Perancangan Struktur Balok.....	IV-34
4.6.2 Perancangan Struktur Kolom.....	IV-53
4.7 Perancangan Sambungan.....	IV-82
4.7.1 Perencanaan Sambungan A.....	IV-83
4.7.2 Perencanaan Sambungan B.....	IV-89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BANNER	
JURNAL	



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Sifat-sifat mekanis baja struktural	II-5
Tabel 2.2 Berat sendiri bahan bangunan.....	II-6
Tabel 2.3 Berat beban mati tambahan	II-6
Tabel 2.4 Beban hidup pada lantai gedung.....	II-7
Tabel 2.5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	II-9
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	II-10
Tabel 2.7 Kategori resiko dan faktor keutamaan gempa	II-12
Tabel 2.8 Faktor Ketahanan Berdasarkan SNI 03-1729-2015.....	II-14
Tabel 2.9 Pratarik baut minimum, kN	II-20
Tabel 2.10 Dimensi lubang nominal, mm.....	II-21
Tabel 2.11 GAP analisis	II-28
Tabel 4.1 Geometri bangunan gudang existing	IV-1
Tabel 4.2 Spesifikasi material.....	IV-1
Tabel 4.3 Spesifikasi baut 8.8	IV-2
Tabel 4.4 Untuk Parameter percepatan gempa (S_s , S_1)	IV-12
Tabel 4.5 Untuk Respon Spectra Percepatan Gempa	IV-13
Tabel 4.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek SDS (g) 0,607	IV-14
Tabel 4.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik SD1 (g) 0.554	IV-15
Tabel 4.8 Faktor R, Cd, Ω o untuk sistem penahan gempa	IV-17

Tabel 4.9 Nilai parameter pendekatan untuk C_t dan x	IV-18
Tabel 4.10 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	IV-18
Tabel 4.11 Besarnya waktu getar struktur untuk setiap mode	IV-19
Tabel 4.12 Perhitungan selisih periode (ΔT) setiap mode	IV-20
Tabel 4.13 Berat dan massa bangunan tiap lantai.....	IV-21
Tabel 4.14 Perhitungan eksentrisitas rencana (e_d) tiap lantai	IV-23
Tabel 4.15 Perhitungan eksentrisitas rencana (e_d) tiap lantai	IV-24
Tabel 4.16 Parameter desain spektrum	IV-25
Tabel 4.17 Partisipasi massa arah X & Y	IV-27
Tabel 4.18 Besarnya gaya geser (base shear) nominal untuk masing-masing gempa.....	IV-28
Tabel 4.19 Besarnya simpangan struktur arah – X.....	IV-28
Tabel 4.20 Besarnya simpangan struktur arah – Y.....	IV-29
Tabel 4.21 Gaya dalam pada balok anak BA1.....	IV-34
Tabel 4.22 Batas lendutan izin.....	IV-40
Tabel 4.23 Gaya dalam pada balok anak BA2.....	IV-41
Tabel 4.24 Gaya dalam pada balok induk B1.....	IV-47
Tabel 4.25 Gaya dalam pada kolom sudut C1	IV-55
Tabel 4.26 Batas lendutan izin.....	IV-61
Tabel 4.27 Gaya dalam pada kolom tengah C1	IV-62
Tabel 4.28 Batas lendutan izin.....	IV-68
Tabel 4.29 Gaya dalam pada kolom C1.....	IV-70
Tabel 4.30 Batas lendutan izin.....	IV-76
Tabel 4.31 Gaya dalam pada kolom C3.....	IV-77

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Kurva Hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ)	II-4
Gambar 2.2 Bagian Kurva Tegangan – Regangan yang diperbesar	II-4
Gambar 2.3 Spektra respons desain	II-8
Gambar 2.4 Skema baut	II-18
Gambar 2.5 Macam-macam jenis sambungan las	II-26
Gambar 3.1 Diagram alir	III-2
Gambar 3.2 Denah gedung lantai 2 dan 3	III-4
Gambar 3.3 Potongan melintang	III-5
Gambar 3.4 Potongan memanjang	III-5
Gambar 4.1 Denah lantai 1 \pm 0.00 (story base)	IV-4
Gambar 4.2 Denah lantai 2 dan 3	IV-5
Gambar 4.3 Denah lantai 4 dan atap	IV-5
Gambar 4.4 Potongan melintang	IV-6
Gambar 4.5 Potongan memanjang	IV-6
Gambar 4.6 Tampak 3D gedung	IV-7
Gambar 4.7 Assign automatic area mesh	IV-7
Gambar 4.8 Properties frame HC 675x200	IV-8
Gambar 4.9 Properties frame all beam	IV-8
Gambar 4.10 Modal participating mass ratios	IV-8
Gambar 4.11 Spektral percepatan gempa	IV-14
Gambar 4.12 Ilustrasi dari analisis gempa dengan metode statik ekuivalen	IV-21
Gambar 4.13 Input massa beban mati tambahan (dead) dan beban hidup tereduksi	IV-24

Gambar 4.14 Spektral percepatan gempa wilayah Kapuk-Jakarta Utara	IV-26
Gambar 4.15 Grafik persimpangan struktur tiap lantai	IV-29
Gambar 4.16 Diagram momen dead load	IV-30
Gambar 4.17 Diagram momen live load	IV-31
Gambar 4.18 Diagram momen SDL	IV-32
Gambar 4.19 Diagram momen respons spectrum	IV-33
Gambar 4.20 Denah balok anak lantai 2	IV-34
Gambar 4.21 Lendutan pada balok BA1 akibat beban hidup	IV-40
Gambar 4.22 Denah balok anak lantai 2	IV-40
Gambar 4.23 Lendutan pada balok BA2 akibat beban hidup	IV-46
Gambar 4.24 Denah balok induk lantai 2	IV-47
Gambar 4.25 Lendutan pada balok B1 akibat beban hidup	IV-53
Gambar 4.26 Kolom sudut C1	IV-54
Gambar 4.27 Gaya aksial pada kolom sudut C1	IV-55
Gambar 4.28 Lendutan pada kolom sudut C1 akibat beban hidup	IV-60
Gambar 4.29 Kolom tengah C1	IV-61
Gambar 4.30 Gaya aksial pada kolom tengah C1	IV-63
Gambar 4.31 Lendutan pada kolom tengah C1 akibat beban hidup	IV-68
Gambar 4.32 Kolom tengah C1	IV-69
Gambar 4.33 Gaya aksial pada kolom C1	IV-70
Gambar 4.34 Lendutan pada kolom C1 akibat beban hidup	IV-75
Gambar 4.35 Gaya aksial pada kolom C3	IV-77
Gambar 4.36 Lendutan pada kolom C3 akibat beban hidup	IV-82
Gambar 4.37 Portal As-C	IV-83
Gambar 4.38 Detail sambungan balok-kolom	IV-83

Gambar 4.39 Gaya dalam pada sambungan balok ke kolom.....	IV-84
Gambar 4.40 Sambungan baut pada balok induk	IV-87
Gambar 4.41 Detail sambungan balok & kolom tengah.....	IV-89
Gambar 4.42 Gaya dalam pada sambungan balok ke kolom tengah	IV-90
Gambar 4.43 Sambungan baut pada balok induk	IV-93



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar denah lantai 1, 2 dan 3	LA-2
Gambar denah lantai 4 dan rooftop.....	LA-3
Gambar tampak samping kiri.....	LA-4
Gambar tampak samping kanan.....	LA-5
Gambar Potongan A-A	LA-6
Gambar Potongan B-B.....	LA-7
Gambar Denah balok lantai 2 dan lantai 3.....	LA-8
Gambar Denah balok lantai 4 dan rooftop.....	LA-9
Kartu Asistensi.....	LA-10

