

## **TUGAS AKHIR**

### **PERENCANAAN ULANG *WAREHOUSE* AKIBAT PERLUASAN MENGUNAKAN SISTEM *CASTELLATED BEAM***

Di ajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana (Strata -1)

Universitas Mercu Buana Jakarta



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2018**

 MERCU BUANA	<b>LEMBAR PENGESAHAN  FAKULTAS TEKNIK  UNIVERSITAS MERCU BUANA</b>	<b>Q</b>
--	--	----------

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** : Perencanaan Ulang *Warehouse* Akibat Perluasan menggunakan Sistem *Castellated Beam*

Disusun oleh :

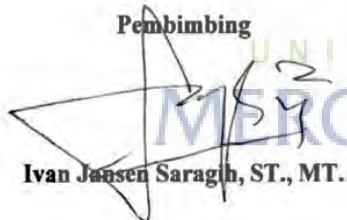
**N a m a** : Dwi Adi Nur Rizqyanto  
**N I M** : 41112110001  
**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diujikan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana tanggal : 17 Februari 2019

Jakarta, 22 Februari 2019

Mengetahui,

Pembimbing

  
**Ivan Jansen Saragih, ST., MT.**

Ketua Penguji

  
**Suci Putri Elza, ST., MT.**

Kaprodi Teknik Sipil

  
**Acep Hidayat, ST, MT**

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

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Adi Nur Rizqyanto

Nomor Induk Mahasiswa : 41112110001

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, 28 Januari , 2019



g memberikan pernyataan

Dwi Adi Nur Rizqyanto

## ABSTRAK

*Judul : Perencanaan Ulang Warehouse Akibat Perluasan Menggunakan Sistem Castellated Beam.*

*Nama : Dwi Adi Nur Rizqyanto, NIM : 41112110001, Dosen Pembimbing : Ivan Jansen Saragih,ST,MT., 2018*

*Perancangan ulang ini didasarkan mengenai pemanfaatan bangunan warehouse yang membutuhkan ruangan bebas kolom dengan bentang panjang Hubungan dengan struktur bangunan bentang panjang yaitu pemilihan sistem struktur yang dipakai, pemakaian sistem Castellated Beam pada bangunan bentang panjang cocok untuk diaplikasikan..*

*Tugas Akhir ini mengambil kasus pada bangunan warehouse PT.Nagata yang terletak di kota Tangerang dengan data bangunan : panjang 42m x bentang 20m tinggi 10m, seluruh struktur menggunakan baja IWF.*

*Perancangan ulang ini meliputi perubahan plan menjadi panjang 66m x bentang 40m tinggi 8,79m dengan sistem castellated Beam untuk rafter dan H-Beam untuk kolom dengan konfigurasi bentuk bangunan mengikuti data bangunan awal.*

*Perencanaan menggunakan sistem LRFD dengan mengacu pada SNI-1726-2012 untuk gempa, SNI-1727-2013 untuk pembebanan minimum dan SNI-1729-2015 spesifikasi bangunan gedung baja struktural. Dalam perancangan struktur dibantu dengan menggunakan program software SAP 2000 V.19 untuk analisa struktur serta AUTOCAD untuk penggambaran hasil analisa struktur.*

*Kata kunci : warehouse, bentang panjang, struktur sistem Castellated Beam.*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRACT

*Title: Reorganization Warehouse Due To Expantion Using Castellated Beam System With SAP 2000 V.19 Program.*

*Name: Dwi Adi Nur Rizqyanto, NIM : 41112110001, Supervisor: Ivan Jansen Saragih, ST, MT., 2018*

*This redesign is based on the use of warehouses that require columns of long spans. The relationship with long spans of structures is the selection of structural systems used, the use of the Castellated Beam system in long span buildings is suitable for application.*

*This Final Project takes the case on PT.Nagata warehouse building located in Tangerang city with building data: length 42m x span of 20m height 10m, whole structure using IWF steel.*

*This redesign involves changing the plan to a length of 66m x span of 40m height 8,79m with a Castellated Beam system for rafter and H-Beam for column with configuration of the building form following the initial building data.*

*Planning using LRFD system with reference to SNI-1726-2012 for earthquake, SNI-1727-2013 for minimum loading and SNI-1729-2015 specification of structural steel building. In structure design assisted by using software program SAP 2000 V.19 for analysis structure and AUTOCAD for drawing structural analysis results.*

*Keywords: warehouse, long span, Castellated Beam system structure.*



## KATA PENGANTAR

Segenap puji hanya bagi Allah *Ta'ala* berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ **PERENCANAAN ULANG WAREHOUSE AKIBAT PERLUASAN MENGGUNAKAN SISTEM CASTELLATED BEAM**” tepat pada waktunya. Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian dari syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun spiritual atas terwujudnya laporan akhir ini terutama kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kelancaran, keberkahan, keselamatan bagi penulis untuk selalu bersemangat menyelesaikan Penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan support tiada henti.
3. Ivan Jansen Saragih, ST. MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Acep Hidayat, ST. MT. selaku ketua program studi teknik sipil.

Penulis mengakui bahwa tulisan ini tidak sempurna. Untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan ini dan sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 31 Januari 2019

Penulis,

Dwi Adi Nur Rizqyanto

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I – 1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I – 2
1.3 Rumusan Masalah.....	I – 2
1.4 Maksud dan Tujuan Perancangan.....	I – 2
1.4.1 Tinjauan Umum .....	I – 2
1.4.2 Tinjauan Khusus.....	I – 2
1.5 Manfaat perancangan.....	I – 3
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	I – 3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I – 3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II - 1</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	II – 1
2.1.1 Castellated Beam.....	II – 1

2.1.2	Pengertian Baja.....	II – 5
2.1.3	Sifat – Sifat Mekanik Bja.....	II – 6
2.1.4	Keuletan Material.....	II – 9
2.1.5	Perilaku Baja pada Temperatur Tinggi.....	II – 9
2.1.6	Keruntuhan Getas .....	II – 10
2.1.7	Keruntuhan Leleh .....	II – 12
2.2	Konsep Dasar Filosofi Desain.....	II – 12
2.2.1	Konsep Desain.....	II – 13
2.3	Beban dan Konsep Pembebanan.....	II – 14
2.4	Bagian – Bagian Pada Rangka Atap Baja Gudang.....	II – 20
2.4.1	Gording .....	II – 20
2.4.2	Batang Tarik (Sagrod).....	II – 20
2.4.3	Ikatan Angin (Bracing).....	II – 21
2.5	Persyaratan Desain.....	II – 21
2.5.1	Kombinasi Beban .....	II – 21
2.5.2	Dasar Desain .....	II – 22
2.6	Perancangan Pada Komponen Lentur.....	II – 23
2.6.1	Asumsi Pada Komponen Lentur.....	II – 23
2.6.2	Perancangan Komponen Lentur Berdasarkan Bab F SNI 1729:2015.....	II – 23
2.7	Perencanaan Komponen Struktur Untuk Geser Berdasarkan SNI 1729:2015.....	II – 35
2.7.1	Komponen Struktur Dengan Badan Tidak Diperkaku atau Diperkaku.....	II – 35
2.8	Desain Komponen Struktur Untuk Tekan.....	II – 36



2.8.1	Ketentuan Umum .....	II – 36
2.8.2	Panjang Efektif .....	II – 37
2.8.3	Tekuk Lentur Dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing (E3).....	II – 37
2.8.4	Tekuk Torsi Dan Tekuk Torsi-Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing (E4) .....	II – 38
2.8.5	Komponen Struktur Dengan Elemen Langsing (E7).....	II – 39
2.8.6	Desain Komponen Struktur Untuk Kombinasi Gaya dan Torsi.....	II – 40
2.9	Sambungan Baut .....	II – 42
2.9.1	Tahanan Nominal Baut .....	II – 42
2.9.2	Kombinasi Geser dan Tarik.....	II – 44
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>III - 1</b>
3.1	Metode Penelitian .....	III – 1
3.1.1	Teknik Pengolahan Data.....	III – 1
3.1.2	Diagram Alir .....	III – 2
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	III – 4
3.3	Data Struktur Eksisting .....	III – 4
3.4	Data Struktur Perencanaan Ulang.....	III – 4
3.4.1	Data Geometrik Struktur .....	III – 4
3.4.2	Material Baja .....	III – 5
3.4.3	Peraturan - Peraturan.....	III – 5
3.5	Jadwal Penelitian .....	III – 6

## BAB IV ANALISA DAN HASIL

4.1.	Pendahuluan.....	IV-1
4.2.	Perencanaan Gording.....	IV-1
4.2.1.	Data Perancangan.....	IV-1
4.2.2.	Perencanaan Profil CNP.....	IV-2
4.2.3.	Preliminary Pembebanan Gording.....	IV-2
4.2.4.	Momen yang Bekerja pada Gording.....	IV-3
4.2.5.	Desain Komponen Struktur untuk Lentur.....	IV-6
4.2.6.	Desain Komponen Struktur untuk Geser.....	IV-10
4.2.7.	Defleksi pada Gording.....	IV-11
4.2.8.	Desain Sagrod.....	IV-12
4.2.9.	Kesimpulan Desain Gording.....	IV-14
4.3.	Data Profil Desain Struktur (Sistem <i>Castellated Beam</i> ).....	IV-14
4.3.1.	Data Profil Desain.....	IV-14
4.3.2.	Data Perancangan.....	IV-14
4.4.	Perhitungan Pembebanan Struktur <i>Warehouse</i> .....	IV-14
4.4.1.	Perhitungan Beban mati dan Beban hidup.....	IV-14
4.4.2.	Perhitungan Beban Angin( <i>Wind Load</i> )... ..	IV-15
4.4.3.	Perhitungan Beban Gempa.....	IV-23
4.5.	Analisis Struktur <i>Warehouse</i> pada SAP2000 V.19.....	IV-27
4.6.	Perencanaan Elemen Struktur.....	IV-30
4.6.1.	Perancangan Rafter (kuda-kuda).....	IV-30
4.6.2.	Perencanaan Kolom.....	IV-38
4.6.3.	Lendutan dan Simpangan Maximum.....	IV-41
4.6.4.	Kesimpulan Desain Struktur.....	IV-42

4.7.	Perencanaan <i>Base Plate</i> dan Sambungan.....	IV-43
4.7.1.	<i>Base Plate</i> KB.....	IV-43
4.7.2.	Sambungan kolom-rafter.....	IV-50
4.8.	Perbandingan Desain Rafter Menggunakan Profil Baja Konvensional Dengan program Bantu SAP .....	IV-55
4.8.1.	Profil HBeam 350x350x19x12.....	IV-55
4.8.2.	Profil HBeam 400x400x21x13.....	IV-56
4.8.3.	Profil WF 700x300x24x13.....	IV-57
4.8.4.	Kesimpulan.....	IV-58

## **BAB V PENUTUP**

5.1.	Kesimpulan.....	V-1
5.2.	Saran.....	V-2

## **DAFTAR PUSTAKA.....PUSTAKA-1**

## **LAMPIRAN**

1.	<i>Dimension and tolerances bolt</i> .....	LAMPIRAN-1
2.	Tabel Baja H Beam Gunung Garuda.....	LAMPIRAN-2
3.	Tabel Baja Castellated Beam Gunung Garuda.....	LAMPIRAN-3
4.	Gambar <i>Plan Column Existing</i> .....	LAMPIRAN-4
5.	Gambar <i>Plan Rafter &amp; Roof Existing</i> .....	LAMPIRAN-5
6.	Gambar <i>Section Frame Existing</i> .....	LAMPIRAN-6
7.	Lembar Asistensi.....	LAMPIRAN-7

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal.</b>
Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja Struktural .....	II-8
Tabel 2.2 Faktor – Faktor Yang dapat Menimbulkan Keruntuhan Getas.....	II-11
Tabel 2.3 Salah Satu Contoh Beban Hidup Dalam SNI 1727:2013.....	II-15
Tabel 2.4 Faktor arah Angin .....	II-16
Tabel 2.5 Koefisien Tekanan Internal (GCpi), SNI1727:2013.....	II-17
Tabel 2.6 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas .....	II-17
Tabel 2.7 Tabel Pemilihan Untuk Penggunaan Pasal FSNI 1729:2015 .....	II-23
Tabel 2.7 Tabel Lanjutan Pemilihan Untuk Penggunaan Pasal FSNI 1729:2015 ....	II-24
Tabel 2.8 Rasio Tebal Terhadap Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur.....	II-24
Tabel 2.9 Nilai $\phi$ .ft Untuk Berbagai Tipe Baut .....	II-45
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian .....	III-6
Tabel 4.1. Penampang Rencana Profil.....	IV-14
Tabel 4.2. Nilai Berat Masing-Masing Komponen.....	IV-15
Tabel 4.3. Kategori Resiko Bangunan.....	IV-16
Tabel 4.4. Faktor Arah Angin.....	IV-17
Tabel 4.5. Tekanan Angin positif, +i.....	IV-18
Tabel 4.6. Tekanan Angin negatif, -i.....	IV-18
Tabel 4.7. Tekanan Angin positif, +i.....	IV-20
Tabel 4.8. Tekanan Angin negatif, -i.....	IV-20
Tabel 4.9. Tekanan Angin negatif, -i.....	IV-21
Tabel 4.10. Tekanan Koefisien (GCpf-GCpi) Arah Angin Melintang.....	IV-22

Tabel 4.11. Tekanan Koefisien (GCpf-GCpi) Arah Angin Longitudinal.....	IV-22
Tabel 4.12. Nilai Kelas Klasifikasi Situs.....	IV-23
Tabel 4.13. Nilai Koefisien Situs Fa.....	IV-24
Tabel 4.14. Nilai Koefisien Situs Fv.....	IV-24
Tabel 4.15. Kategori Desain Seismik Berdasarkan SDS.....	IV-25
Tabel 4.16. Kategori Desain Seismik Berdasarkan SD1.....	IV-25
Tabel 4.17. faktor R, Cd, $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa .....	IV-26
Tabel 4.18. Nilai Perioda Pendekatan Ct dan x .....	IV-27



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal.</b>
Gambar 1.1. Potongan Eksisting Rencana Modifikasi Struktur.....	I-1
Gambar 2.1. Dimensi Honeycomb Beam.....	II-2
Gambar 2.2. Standard Dimensi Honeycomb Beam.....	II-3
Gambar 2.3. Geometri Proses Pemotongan Honeycomb Beam.....	II-4
Gambar 2.4. Ilustrasi Variasi Dari Besar $e$ .....	II-4
Gambar 2.5. Hubungan Tegangan-Regangan Tipikal.....	II-6
Gambar 2.6. Kurva Hubungan Tegangan ( $f$ ) vs – Regangan ( $\epsilon$ ).....	II-7
Gambar 2.7. Bagla Kurva Tegangan vs – Regangan Yang Diperbesar.....	II-7
Gambar 2.8. Pola Beban Angin Atap Pelana, Atap Perisai .....	II-19
Gambar 2.9. Bagian – Bagian Pada Bangunan Industri .....	II-21
Gambar 2.10 Tata Letak Baut Menurut SNI .....	II-43
Gambar 3.1. Diagram Alir .....	III-3
Gambar 3.2. Model Struktur Eksisting .....	III-4
Gambar 3.3. Model Struktur Perencanaan Ulang.....	III-5
Gambar 4.1. Momen Akibat Beban Mati.....	IV-3
Gambar 4.2. Momen Akibat Beban Hidup.....	IV-4
Gambar 4.3. Zona-Zona Tekanan Arah Angin Melintang.....	IV-19
Gambar 4.4. Zona-Zona Tekanan Arah Angin Longitudinal.....	IV-20
Gambar 4.5. Gaya dalam Momen 3-3 grid 2.....	IV-27
Gambar 4.6. Gaya dalam Shear 2-2 grid 2.....	IV-28
Gambar 4.7. Gaya Aksial grid 2.....	IV-28
Gambar 4.8. Rasio Baja.....	IV-29
Gambar 4.9. Potongan Portal Ujung.....	IV-30
Gambar 4.10. Potongan Portal tengah.....	IV-30
Gambar 4.11. Penampang Castellated Beam.....	IV-31
Gambar 4.12. Lendutan Maximum Pada Balok.....	IV-41
Gambar 4.13. Simpangan Maximum.....	IV-42

Gambar 4.14. Base Plate Kolom Baja (KB).....	IV-43
Gambar 4.15. Sambungan Kolom-Rafter.....	IV-50
Gambar 4.16. Analisis Rasio Baja Dengan Resiko Maksimum 0,66.....	IV-55
Gambar 4.17. Lendutan Maksimum Pada Rafter.....	IV-56
Gambar 4.18. Analisis Rasio Baja Dengan Rasio Maksimum 0,54.....	IV-56
Gambar 4.19. Lendutan Maksimum Pada Rafter.....	IV-57
Gambar 4.20. Analisis Rasio Baja Dengan Rasio Maksimum 0,78.....	IV-57
Gambar 4.21. Lendutan Maksimum Pada Rafter.....	IV-58



## DAFTAR LAMPIRAN

1. *Dimension and tolerances bolt*..... LAMPIRAN-1
2. Tabel Baja H Beam Gunung Garuda..... LAMPIRAN-2
3. Tabel Baja Castellated Beam Gunung Garuda..... LAMPIRAN-3
4. Gambar *Plan Column Existing*..... LAMPIRAN-4
5. Gambar *Plan Rafter & Roof Existing*..... LAMPIRAN-5
6. Gambar *Section Frame Existing*..... LAMPIRAN-6
7. Lembar Asistensi..... LAMPIRAN-7

