

**REDESAIN STRUKTUR GEDUNG AVIAN INNOVATION
CENTER SIDOARJO MENGGUNAKAN *HEXAGONAL
CASTELLATED BEAM* DAN *RECTANGULAR CONCRETE
FILLED STEEL TUBE COLUMN***

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S1)**



Diajukan Oleh :

FREDY APRIYANTO HIDAYATULLOH
NPM.1453010050

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

REDESAIN STRUKTUR GEDUNG AVIAN INNOVATIO CENTER
SIDOARJO MENGGUNAKAN *HEXAGONAL CASTELLATED BEAM* DAN
RECTANGULAR CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN

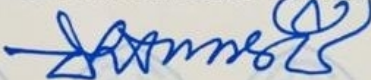
Disusun oleh :

FREDY APRIYANTO HIDAYATULLOH
NPM. 1453010050

Telah diuji, dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari / Tanggal : Jumat / 15 November 2019

Pembimbing :

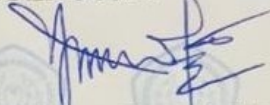
1. PEMBIMBING UTAMA



Dr. Ir. Made Dharma Astawa, MT.
NIP. 19530919 198601 1 00 1

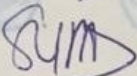
Tim Penguji :

1. PENGUJI I



Ir. Wahyu Kartini, MT.
NPT. 36304 94 0031 1

2. PEMBIMBING PENDAMPING



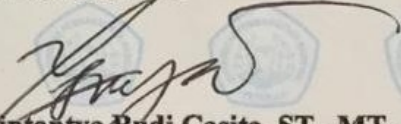
Sumaidi, ST., MT.
NPT. 3 7909 05 0204 1

2. PENGUJI II



Sumaidi, ST., MT.
NPT. 3 7909 05 0204 1

3. PENGUJI III



Cintantya Budi Casita, ST., MT.
NPT. 17 2 19931025 069

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

**REDESAIN STRUKTUR GEDUNG AVIAN INNOVATION CENTER
SIDOARJO MENGGUNAKAN *HEXAGONAL CASTELLATED BEAM* DAN
*RECTANGULAR CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN***

**OLEH:
FREDY APRIYANTO HIDAYATULLOH
1453010050**

ABSTRAK

Gedung Avian Innovation Center Sidoarjo merupakan gedung dengan struktur utama beton bertulang yang terdiri dari 4 lantai dengan ketinggian mencapai 18,50 m dan luas 1152 m². Pada desain ini, akan dilakukan modifikasi bangunan menjadi 8 lantai dengan ketinggian mencapai 32 m dan redesain struktur menggunakan struktur baja *Hexagonal Castellated Beam* dan *Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column*. Dari hasil analisa dan perhitungan menunjukkan bahwa struktur gedung masih dalam kondisi aman dan kuat. Diperoleh struktur sekunder dan primer: pelat lantai menggunakan bondek *Super Floor Deck* t=0,75 mm, untuk lantai atap menggunakan tebal pelat 90 mm dengan *wiremesh* M6-150 dan lantai perkantoran menggunakan tebal pelat 90 mm dengan *wiremesh* M8-150. Dimensi profil balok anak lantai perkantoran menggunakan WF 300x150x6x5x9 mm, balok anak lantai atap menggunakan WF 250x125x6x9 mm, balok induk lantai 2-5 menggunakan profil *Castellated* 600x400x13x21 mm, balok induk lantai 6-atap menggunakan profil *Castellated* 525x350x12x19 mm, dan dimensi profil kolom lantai 1-5 menggunakan CFT 700x700x12x12, kolom lantai 6-atap menggunakan CFT 650x650x12x12 dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton f'c 30.

Kata Kunci : *Hexagonal Castellated Beam, Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column, Wiremesh.*

**REDESIGN STRUCTURE OF AVIAN INNOVATION CENTER BUILDING
SIDOARJO USING HEXAGONAL CASTELLATED BEAM AND
RECTANGULAR CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN**

BY :
FREDY APRIYANTO HIDAYATULLOH
1453010050

ABSTRACT

Avian Innovation Center building in Sidoarjo designed using reinforced concrete as main structure. This building has 4 floors with height of 18.50 m and area of 1152 m². In this thesis, the building will be modified to 8 floors with a height of 32 m, using a Hexagonal Castellated Beam steel structure and Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column. The analysis and calculation results show that the building structure is still in a safe and strong condition. Secondary and primary structures: floor plates using bondek Super Floor Deck, $t = 0.75$ mm, roof floors using 90 mm thick plates with M6-150 wire mesh and office floors using 90 mm thick plates with M8-150 wire mesh. The office's secondary beam section using WF 300x150x6x5x9 mm, the roof's secondary beam using WF 250x125x6x9 mm, the second to fifth floor's primary beam using Castellated profile 600x400x13x21 mm, the 6th-roof floor beam using Castellated profile 525x350x12x19 mm, and the column section from 1st-5th floor are use CFT 700x700x12x12, 6th floor's column use CFT 650x650x12x12 with steel yield strength equal to BJ 41 and concrete yield strength of $f'c$ 30.

Keywords : Hexagonal Castellated Beam, Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column, Wiremesh.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, ridha, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dalam penyusunan laporan ini dengan judul “Redesain Struktur Gedung Avian Innovation Center Sidoarjo Menggunakan *Hexagonal Castellated Beam* dan *Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column*”.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu DR. Dra. Jariyah, M.P, selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu DR. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak DR. Ir. Made D. Astawa, MT., dan Bapak Sumaidi, ST., MT., selaku dosen Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan, arahan, serta masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Segenap dosen dan staff Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Tim penguji yang telah membantu penyusunan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Kedua orang tua, adik dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung baik moril maupun materil sehingga dapat mengerjakan Tugas Akhir sampai selesai.
7. Julio Cezar Haryantho, S.T, M.T., dan Reynaldo Pratama Intan, S.T, M.Sc. yang selalu memberikan dukungan dan masukan dalam pengerjaan tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2014 atas segala bentuk dukungan serta kenangan perjuangan Bersama selama menjadi mahasiswa

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi para pembaca dan generasi penerus Teknik Sipil, Khususnya bagi mahasiswa/mahasiswi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Surabaya, 15 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Penelitian.....	4
1.6 Manfaat	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	5
2.2 Profil Baja <i>Castellated Beam</i>	5
2.2.1 Pengertian Profil Baja <i>Castellated Beam</i>	5
2.2.2 Bagian – Bagian <i>Castellated Beam</i>	6
2.2.3 Proses Pembuatan <i>Castellated Beam</i>	7
2.2.4 Tipe – Tipe Pemotongan Profil Baja <i>Castellated Beam</i>	8
2.2.5 Kelebihan dan Kekuranga Profil Baja <i>Castellated Beam</i>	9
2.3 <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	10

2.3.1	Pengertian <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	10
2.3.2	Kelebihan dan Kekurangan <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	11
2.4	Sambungan.....	12
2.4.1	Tipe Sambungan	13
2.4.2	Persyaratan Utama Desain Sambungan	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	16
3.2	Pengumpulan Data	17
3.3	Studi Literatur	18
3.4	<i>Preliminary Design</i>	19
3.5	Pembebanan	19
3.6	Permodelan dan Analisa Struktur	23
3.7	Kontrol Desain	23
3.7.1	<i>Hexagonal Castellated Beam</i>	23
3.7.2	Perencanaan <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	23
3.8	Perencanaan Sambungan	30
3.8.1	Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk	30
3.8.2	Sambungan Kolom dengan Kolom	31
3.8.3	Sambungan Balok dengan Kolom.....	32
3.8.4	Sambungan Kolom dengan <i>Base plate</i>	35
3.9	Penggambaran Hasil Perencanaan	36

BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR

4.1	Data Elemen Struktur Sebelum Dimodifikasi dan Sesudah Dimodifikasi	37
4.2	Perencanaan Struktur Sekunder	39
4.2.1	Umum	39
4.2.2	Perencanaan Dimensi Pelat Lantai	39
4.2.3	Pelat Lantai Atap	39
4.2.4	Pelat Lantai Perkantoran	42
4.2.5	Perhitungan <i>Shear Connector (Stud Connector)</i>	45
4.3	Perencanaan Balok Anak	48
4.3.1	Balok Anak Lantai Atap	48
4.3.2	Balok Anak Lantai Perkantoran	54
4.4	Pembebanan	59
4.4.1	Perhitungan Beban Tiap Lantai	59
4.4.2	Perencanaan Gempa SNI 1726:2012	63
4.4.2.1	Parameter Spektrum Respons Percepatan	63
4.4.2.2	Parameter Percepatan Spektral Desain	64
4.4.2.3	Periode Waktu Getar Alami Fundamental	64
4.4.2.4	Perhitungan Koefisien Respons Seismik	65
4.4.2.5	Perhitungan Gaya Geser Dasar	66
4.5	Pemodelan Struktur	67
4.5.1	Data Material	68
4.5.2	Data Elemen Struktur	68
4.5.3	Pemodelan Struktur 3 Dimensi	72

4.6	Kombinasi Pembebanan	73
4.7	Pembebanan Gempa Dinamik	73
4.7.1	Parameter Respon Spektrum Rencana	73
4.7.2	Arah Pembebanan	75
4.8	Kontrol Desain	75
4.8.1	Kontrol Partisipasi Massa	76
4.8.2	Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental	77
4.8.3	Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum	79
4.8.4	Kontrol Batas Simpangan (<i>drift</i>)	82
4.9	Perencanaan Struktur Primer	86
4.9.1	Balok Induk	86
4.9.1.1	Balok Induk Lantai Perkantoran Bentang 6,00 (arah sumbu X)	86
4.9.1.2	Balok Induk Lantai Perkantoran Bentang 6,00 (arah sumbu Y)	95
4.9.1.3	Balok Induk Lantai Atap Bentang 6,00 (arah sumbu X)	103
4.9.1.4	Balok Induk Lantai Atap Bentang 6,00 (arah sumbu Y)	111
4.9.2	Kolom	119
4.10	Perencanaan Sambungan	124
4.10.1	Sambungan Balok Anak – Balok Induk	124
4.10.2	Sambungan Balok Induk dengan Kolom	128
4.10.2.1	Sambungan Balok Induk dengan Kolom Lantai Atap	128

4.10.2.2 Sambungan Balok Induk dengan Kolom Lantai Perkantoran.....	142
4.10.3 Sambungan Antar Kolom.....	156
4.10.3.1 Sambungan Kolom Berdimensi Sama.....	156
4.10.3.2 Sambungan Kolom Berdimensi Beda	159
4.10.4 Sambungan Kolom dengan <i>Base Plate</i>	161
4.11 Interpretasi Data	171
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	173
5.2 Saran	173
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Gedung Avian Innovation Center Sidoarjo	4
Gambar 2.1	Bagian-bagian <i>Hexagonal Castellated Beam</i>	6
Gambar 2.2	Badan profil <i>Castellated Beam</i>	7
Gambar 2.3	Proses Pembuatan <i>Hexagonal Castellated Beam</i>	7
Gambar 2.4	<i>Beam ends left ragged, U = T</i>	8
Gambar 2.5	<i>Beam ends left ragged, U > T</i>	8
Gambar 2.6	<i>Beam ends finished, U = T</i>	9
Gambar 2.7	<i>Beam ends finished with infill plates, U > T</i>	9
Gambar 2.8	<i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	11
Gambar 2.9	Sambungan Pada <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i> dengan Balok Baja	13
Gambar 2.10	Sambungan Pada <i>Rectangular Concrete Filled Steel Tube Column</i>	14
Gambar 2.11	Gaya yang bekerja pada sambungan balok kolom	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan	16
Gambar 3.2	Geometri <i>Hexagonal Castellated Beam</i>	23
Gambar 4.1	Pelat Lantai Atap.....	40
Gambar 4.2	Penulangan Pelat Lantai Atap	42
Gambar 4.3	Pelat Lantai Perkantoran	43
Gambar 4.4	Penulangan Pelat Lantai Perkantoran.....	44
Gambar 4.5	<i>Shear Connector</i> Pada Pelat Bondex	45
Gambar 4.6	Perletakan <i>Shear Connector</i>	48

Gambar 4.7	Balok Anak Lantai Atap yang Ditinjau.....	50
Gambar 4.8	Balok Anak Lantai Perkantoran yang Ditinjau	55
Gambar 4.9	Denah Struktur Gedung Avian Innovation Center Sidoarjo	67
Gambar 4.10	Input Data Material pada Peranti Lunak v14	68
Gambar 4.11	Input Jenis Elemen Struktur pada Peranti Lunak v14	69
Gambar 4.12	Input Dimensi Elemen dan Material pada Peranti Lunak v14	69
Gambar 4.13	<i>Option Section Designer</i> untuk Profil <i>Concrete Filled Steel Tube</i> Buatan Sendiri pada Peranti Lunak v14	70
Gambar 4.14	<i>Input dimensi frame Hexagonal Castellated Beam</i>	71
Gambar 4.15	<i>Option Section Designer</i> untuk Profil <i>Hexagonal Castellated Beam</i> Buatan Sendiri pada Peranti Lunak v14	71
Gambar 4.16	<i>Input dimensi frame Hexagonal Castellated Beam</i>	72
Gambar 4.17	Pemodelan 3D Gedung Avian Innovation Center Sidoarjo	72
Gambar 4.18	Grafik Spektral Percepatan Gempa Sidoarjo untuk Kelas Situs SE (Tanah Lunak) (puskim.pu.go.id)	74
Gambar 4.19	Hasil Analisis Struktur Menggunakan Program Bantu SAP 2000.....	76
Gambar 4.20	Simpangan Arah X yang Terjadi pada Struktur	83
Gambar 4.21	Simpangan Arah Y yang Terjadi pada Struktur	84
Gambar 4.22	Balok Induk Arah x Lantai 8 yang ditinjau.....	86
Gambar 4.23	Baja WF sebelum dipotong	87
Gambar 4.24	Baja <i>Castellated Beam</i> setelah dipotong	87
Gambar 4.25	Diagram <i>Frame</i> Balok <i>Castellated</i>	88
Gambar 4.26	Balok Induk Arah y Lantai 8 yang ditinjau.....	95
Gambar 4.27	Diagram <i>Frame</i> Balok <i>Castellated</i>	96

Gambar 4.28 Balok Induk Arah x Lantai Atap yang ditinjau	103
Gambar 4.29 Diagram <i>Frame</i> Balok <i>Castellated</i>	104
Gambar 4.30 Balok Induk Arah x Lantai Atap yang ditinjau	111
Gambar 4.31 Diagram <i>Frame</i> Balok <i>Castellated</i>	112
Gambar 4.32 Denah Kolom yang ditinjau	119
Gambar 4.33 Penampang Kolom Komposit CFT dengan Profil HSS 700x700x12..	120
Gambar 4.34 Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk	127
Gambar 4.35 Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk Lantai Atap	128
Gambar 4.36 Sambungan Baut pada Balok Induk Lantai Atap Arah x	129
Gambar 4.37 Sambungan Las pada Balok Induk Lantai Atap Arah x	129
Gambar 4.38 Sambungan pada Balok Induk Lantai Atap Arah x	134
Gambar 4.39 Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk Lantai Atap	134
Gambar 4.40 Sambungan Baut pada Balok Induk Lantai Atap Arah y	136
Gambar 4.41 Sambungan Las pada Balok Induk Lantai Atap Arah y	138
Gambar 4.42 Sambungan pada Balok Induk Lantai Atap Arah y	141
Gambar 4.43 Pertemuan Sambungan pada Balok Induk Lantai Atap Arah x dengan Arah y	141
Gambar 4.44 Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk Lantai Perkantoran	141
Gambar 4.45 Sambungan Baut pada Balok Induk Lantai Perkantoran Arah x	143
Gambar 4.46 Sambungan Las pada Balok Induk Lantai Perkantoran Arah x	145
Gambar 4.47 Sambungan pada Balok Induk Lantai Perkantoran Arah x	148
Gambar 4.48 Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk Lantai Perkantoran	149
Gambar 4.49 Sambungan Baut pada Balok Induk Lantai Perkantoran Arah y	150
Gambar 4.50 Sambungan Las pada Balok Induk Lantai Perkantoran Arah y	152

Gambar 4.51 Sambungan pada Balok Induk Lantai Atap Arah y.....	155
Gambar 4.52 Pertemuan Sambungan pada Balok Induk Lantai Atap Arah x dengan Arah y	155
Gambar 4.53 Tampak Atas Sambungan Kolom	158
Gambar 4.54 Potongan Sambungan Kolom.....	158
Gambar 4.55 Tampak Atas dan Potongan Sambungan Kolom.....	161
Gambar 4.56 Arah Beban Sumbu X pada <i>Base Plate</i>	164
Gambar 4.57 Arah Beban Sumbu Y pada <i>Base Plate</i>	165
Gambar 4.58 Skema Gaya pada Sambungan Kolom dengan <i>Base Plate</i>	169
Gambar 4.59 Sambungan Kolom dengan <i>Base Plate</i>	170

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Elemen Struktur Avian Innovation Center Sebelum Dimodifikasi dan Sesudah Dimodifikasi.....	37
Tabel 4.2 Parameter Respon Gempa Sidoarjo untuk Kelas Situs SE (Tanah Lunak)	74
Tabel 4.3 Rasio Partisipasi Massa Gedung Avian <i>Innovation Centre</i> Sidoarjo.....	77
Tabel 4.4 Periode dan Frekuensi Struktur	79
Tabel 4.5 Reaksi Dasar Struktur.....	80
Tabel 4.6 Hasil <i>Output</i> Gaya Geser Akibat Beban Gempa.....	81
Tabel 4.7 Kontrol Simpangan Arah X yang Terjadi Akibat Beban Gempa.....	84
Tabel 4.8 Kontrol Simpangan Arah Y yang Terjadi Akibat Beban Gempa.....	85
Tabel 4.9 Rekapitulasi Dimensi Kolom	123