

**MODIFIKASI STRUKTUR BALOK SKYBRIDGE PADA GEDUNG RISET
ITS SURABAYA DENGAN STRUKTUR SKYBRIDGE KOMPOSIT**

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

ACHMAD HARDIANTO

1253010003

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2017

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur ke hadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan baik, yang berjudul "MODIFIKASI STRUKTUR BALOK *SKYBRIDGE* PADA GEDUNG RISET ITS SURABAYA DENGAN STRUKTUR *SKYBRIDGE* KOMPOSIT". Tugas akhir disusun untuk melengkapgi tugas akademik dan memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidika strata satu (S-1) pada Program Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini pula penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besar nya kepada :

1. Ir. Sutiyono, MT, selaku Dekan fakultas teknik UPN “Veteran” Jawa timur
2. Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT, Selaku ketua Program studi Teknik Sipil Upn “Veteran” jawa timur.
3. Dr. Ir. Made D. Astawa, MT., selaku Dosen Pembining Tugas Akhir ini.
4. Sumaidi Wijaya, ST, MT., selaku Dosen Pembining Tugas Akhir ini.
5. Segenap dosen dan staff program studi teknik sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timut.
6. Para tim penguji yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

7. Keluarga besar terutama orang tua yang selama ini sudah memberikan dukungannya serta doa yang sangat bermanfaat dalam kelancaran penyusunan Proposal Tugas Akhir.
8. Teman – teman yang selalu memberi motivasi dan dukungan.
9. Seluruh rekan – rekan mahasiswa Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur angkatan 2012 dan teman - teman di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Penyusun menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Penulis

Achmad Hardianto

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan

Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.	3
1.5. Lokasi Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum	5
2.2. Preliminary design	6
2.3. Analisa pembebanan.....	6
2.4. Kombinasi pembebanan.....	6
2.5. Konsep dasar perencanaan struktur.....	7
2.5.1. Beban Lateral	8
2.5.2. Beban angin.....	8
2.5.3. Beban Gempa	8

2.5.4. Beban Gravitasi	9
2.6. Analisa dinamik.....	9
2.6.1. Analisis riwayat waktu	10
2.6.2. Ragam respon s spektrum	10
2.7. Perencanaan elemen struktur.....	11
2.7.1. Pelat.....	11
2.7.2. Balok	11
2.7.3. Kolom.....	12
2.8. Hubungan balok kolom.....	13
2.9. Perencanaan LRFD (load resistance factor design).	15
2.10. Analisa struktur skybridge	16
2.11. Perencanaan sambungan baut pada struktur rangka baja	16
2.12. Jembatan.....	18
2.13. Jembatan rangka	19
2.13.1. Jembatan skybridge	20
2.14. Bangunan tahan gempa	21
2.14.1 Analisis modal, Analisi Dinamik	22
2.15. Baja kosntruksi.....	22
2.16. Perletakan Untuk Jembatan Bentang.....	23
2.17. Komposit	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum.....	25
3.2. Deskripsi tahapan.....	25
3.2.1. Tahap Persiapan.....	25

3.2.2. Data Perencanaan.....	25
3.2.3. Studi literatur.	26
3.3. Preliminary design.....	26
3.3.1. Balok.....	26
3.3.2. Kolom	26
3.4. Analisa pembebanan.....	27
3.4.1. Beban Yang Diperhitungkan	27
3.4.2. Kombinasi Pembebanan	28
3.5. Perencanaan Gempa untuk gedung SNI 1726-2012.....	28
3.5.1. Beban – beban struktur	29
3.5.2. Wilayah gempa dan respons spektrum	30
3.6. Analisa gempa dinamik	34
3.6.1. Analisa Ragam Spektrum Respons	34
3.7. Analisa desain.....	35
3.8. Kontrol Desain.....	35
3.9. Komposit.....	35
3.9.1. Tegangan Elastis Pada Balok Komposit.....	39
3.9.2. Kekuatan Lentur	42
3.9.3. Penghubung Geser	44
3.10. Sambungan baut.....	46
3.11. Balok.....	49
3.11.1. Perhitungan tulangan geser	50
3.12. Perencanaan Kolom	51
3.13. Tata letak baut.....	51

3.14. Hubungan balok kolom.....	52
3.15. Hubungan balok kolom (HBK).....	53
3.15.1. Penulangan Memanjang.....	53
3.15.2. Kuat Geser	53
3.15.3. Tulangan Transversal.....	54
3.16. Flow chart	56

BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR

4.1. Data gedung	58
4.2. Pembebanan untuk perhitungan portal.....	58
4.3. Preliminary desain.....	59
4.4. Beban gempa.....	70
4.4.1. Menentukan berat sendiri gedung.....	70
4.4.2. Percepatan respon spektrum.	80
4.4.3. Percepatan respon spektral.....	82
4.4.4. Periode waktu getar fundamental.	82
4.4.5. Menentukan faktor keamanan.....	83
4.4.6. Koefisien modifikasi respon	84
4.4.7. Koefisien respon seismik	84
4.4.8. Perhitungan gaya geser Dasar.....	85
4.4.9. Gaya seismik.....	86
4.4.10. Pemodelan struktur	88
4.4.11. Analisis desain	88
4.4.12. kontrol desain Menentukan.....	88
4.4.13. Kontrol partisi massa	89

4.4.14. Kontrol nilai akhir spektrum	89
4.5. Analisa skybridge	93
4.5.1. Data perencanaan struktur skybridge.....	93
4.5.2. Perencanaan tiang sandaran.	94
4.5.3. Perencanaan tiang pelat lantai.....	97
4.5.4. Perencanaan balok komposit skybridge.....	100
4.5.5. Perencanaan struktur rangka batang skybridge	112
4.5.6. Perencanaan Sambungan Gelagar memanjang dengan Gelagar melintang	122
4.6. Perencanaan Sambungan balok skybridge dengan balok struktur gedung	124
4.7. Perencanaan penulangan balok dan kolom	136
4.7.1. Perhitungan Tulangan Lentur Balok terbebani Sybridge ..	132
4.7.2. Perhitungan Tulangan Geser Balok	138
4.8. Perhitungan Tulangan Kolom.....	142
4.8.1. Persyaratan “Strong Column Weak Beams”	146
4.8.2. Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	148
4.9. Perencanaan hubungan balok kolom (HBK)	150
4.9.1. Sambungan Eksterior A	151
4.9.2. Sambungan Eksterior B	153

BAB V PERENCANAAN STRUKTUR

5.1. Kesimpulan Data.....	156
5.2. Saran.	157

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi tugas akhir ini pada kampus ITS Surabaya.....	4
Gambar 2.1. Pengaruh Angin Pada Bangunan Gedung.....	8
Gambar 2.2. Contoh Hasil Analisis Riwayat Waktu	10
Gambar 2.3. Grafik Respon Spektrum.....	11
Gambar 2.4. Geometris Sambungan Balok Kolom Interior	14
Gambar 2.5. Geometris Sambungan Balok Kolom Eksterior.....	14
Gambar 2.6. Pola Retak Hubungan Balok Kolom.....	15
Gambar 2.7. Tipe - Tipe Bangunan Jembatan Rangka	19
Gambar 3.1. Beban angin pada struktur Bangunan	30
Gambar 3.2. Grafik Respons Spektrum	35
Gambar 3.3. Beton Komposit Penuh	36
Gambar 3.4. Beton Komposit Sebagian.....	37
Gambar 3.5. Beton Tidak Komposit.....	37
Gambar 3.6. (a) sistem Lantai komposit, (b) Baja struktur dan pelat lantai beton (c) Penghubung Geser	38
Gambar 3.7. (a) Penghubung Geser dalam Komposit, (b) Penghubung geser dalam dek baja.....	39
Gambar 3.8. (a) Regangan dan (b) tegangan (untuk penamang)	40
Gambar 3.9. Penentuan lebar efektif dan tampang transformasi	41
Gambar 3.10. Kekuatan Lentur.....	43
Gambar 3.11. Luas efektif HBK.....	54
Gambar 3.12. Gaya Geser dalam HBK.....	54
Gambar 4.1. Denah Balok Lantai 2	61

Gambar 4.2. Denah Balok Lantai 3	62
Gambar 4.3. Denah Balok Lantai 4 s/d 10.....	62
Gambar 4.4. Denah Balok Lantai 11	63
Gambar 4.5. Denah Kolom Lantai 1 dan 2	68
Gambar 4.6. Denah Kolom lantai 3	68
Gambar 4.7. Denah Kolom lantai 4 s.d 10.....	69
Gambar 4.8. Denah Kolom lantai 11	69
Gambar 4.9. Jumlah lantai dan ketinggian Lantai	71
Gambar 4.10a. Ss, Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Resiko Tersesuaikan (MCER). Parameter gerak tanah, untuk percepatan Respons Spektral 0,2 detik	80
Gambar 4.10b. S ₁ , Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Resiko Tersesuaikan (MCER). Parameter gerak tanah, untuk percepatan Respons Spektral 1 detik	80
Gambar 4.11. Respons Spektrum Gempa Rencana	82
Gambar 4.12. Distribusi gaya lateral tiap lantai untuk Fx dan Fy	87
Gambar 4.13. Model struktur 3 Dimensi Skybridge.....	88
Gambar 4.14. Simpangan Struktur Arah Sumbu X	92
Gambar 4.15. Simpangan Struktur Arah Sumbu Y	92
Gambar 4.16. Tinggi tiang sandaran.....	94
Gambar 4.17. Tegangan komposit gelagar melintang	103
Gambar 4.18. Tegangan Komposit gelagar memanjang.....	109
Gambar 4.19. Beban Terpusat Skybridge	113
Gambar 4.20. Penulangan Balok tumpuan	135

Gambar 4.21. Penulangan Balok Lapangan.....	137
Gambar 4.22. Reaksi Perletakan Geser Maksimum V_u	138
Gambar 4.23. Reaksi Perletakan Geser Maksimum V_c	141
Gambar 4.24. Penulangan Geser Balok	141
Gambar 4.25. Rasio Tulangan kolom	143
Gambar 4.26. Penulangan Kolom.....	148
Gambar 4.27. Penulangan Geser Kolom	149
Gambar 4.28. Gambar Denah HBK eksterior A dan B	150
Gambar 4.29. Sketsa Sambungan HBK Eksterior A	151
Gambar 4.30. Detail Sambungan HBK Eksterior A.....	152
Gambar 4.31. Sketsa Sambungan HBK Eksterior B	153
Gambar 4.32. Detail Gambar Sambungan HBK Eksterior B	154

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	32
Tabel 3.2. Koefisien Untuk Batas Atas dari Periode yang dihitung	32
Tabel 3.3. Faktor Keutamaan Gempa	33
Tabel 4.1. Ukuran Balok.....	60
Tabel 4.2. Dimensi Kolom.....	67
Tabel 4.3. Jumlah beban Bangunan Keseluruhan.....	79
Tabel 4.4. Koefisien Situs F_a	81
Tabel 4.5. Koefisien Situs F_v	81
Tabel 4.6. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	83
Tabel 4.7. Keofisien untuk Atas dari periode yang dihitung	83

Tabel 4.8. Faktor Keutamaan Gempa	84
Tabel 4.9. Besarnya Gaya Fx dan Fy pada masing – masing lantai	87
Tabel 4.10. Hasil Output Participasing Mass Ratio.....	89
Tabel 4.11. Waktu Getar Hasil Analisa ETABS	90
Tabel 4.12. Jumlah baut yang dibtuuhkan dalam rangka batang skybridge..	120
Tabel 4.13. Jumlah Baut yang dibutuhkan tiap simpul rangka batang Skybridge	121
Tabel 4.14. Penulangan balok beton gedung terbeban balok baja Skybridge	137

MODIFIKASI STRUKTUR BALOK SKYBRIDGE PADA GEDUNG RISET ITS SURABAYA DENGAN STRUKTUR SKYBRIDGE KOMPOSIT

Oleh :

ACHMAD HARDIANTO
1253010003

ABSTRAK

Struktur bangunan tinggi yang terdiri lebih dari satu gedung (tower), atau dua gedung, terkadang untuk menghubungkan gedung tersebut diperlukan jembatan (*Skybridge*). Adanya *Skybridge* berdampak pada perilaku kekakuan struktur gedung secara umum, khususnya akibat adanya gravitasi dan lateral. Tujuan tugas akhir dalam tulisan ini adalah melakukan analisa struktur komposit *Skybridge*, hubungan balok kolom, perencanaan sambungan pada jembatan (*Skybridge*) komposit dengan balok baja dan balok beton. Gedung Riset ITS Surabaya memiliki dua tower yang dihubungkan oleh jembatan (*Skybridge*). Setelah dilakukan perhitungan dengan program bantu ETABS, Diperoleh Struktur *Skybridge* Komposit menggunakan WF 450x200x9x14 untuk gelagar memanjang didapat lebar efektif 475 mm, menggunakan stud $\frac{3}{4}$ " dengan jumlah 18 buah dengan jarak antar stud 15 cm, untuk lendutan $\Delta^0 \leq \Delta = 0,24 \text{ cm} \leq 0,83 \text{ cm}$ dan WF 600x200x11x17 dan gelagar melintang didapat lebar efektif 750 mm, menggunakan stud 1" dengan jumlah 15 buah dengan jarak antar stud 20 cm, untuk lendutan $\Delta^0 \leq \Delta = 0,1 \text{ cm} \leq 0,83 \text{ cm}$, Tebal plat lantai didapat 10 cm, Untuk Sambungan Balok Baja dengan Balok beton menggunakan Tebal plat 10 mm, Angkur D20 mm dengan dengan daerah tarik 5 buah dan tekan 5 buah dengan kedalaman angkur 400 mm, Hubungan Balok Kolom ditinjau dua lokasi untuk Eksterior A menggunakan dimensi lebar = 600 dan tinggi 850 mm dan Eksterior B menggunakan lebar 400 = mm dan tinggi 850 mm.

Kata Kunci : Skybridge, Komposit, Sambungan Balok baja Balok Beton, Hubungan Balok Kolom

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**MODIFIKASI STRUKTUR BALOK SKYBRIDGE PADA GEDUNG RISET
ITS SURABAYA DENGAN STRUKTUR SKYBRIDGE KOMPOSIT**

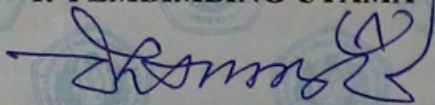
Disusun oleh :

**ACHMAD HARDIANTO
12 5301 0003**

**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 : Rabu / 24 mei 2017**

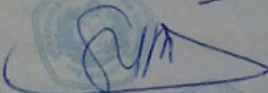
Pembimbing :

1. PEMBIMBING UTAMA



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

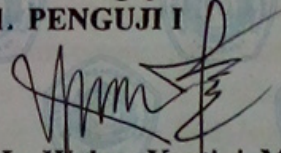
2. PEMBIMBING PENDAMPING



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

Tim Penguji :

1. PENGUJI I



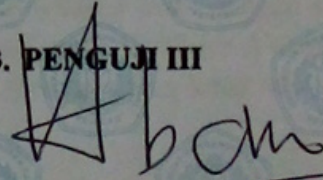
**Ir. Wahyu Kartini, MT.
NPT. 36304 94 0031 1**

2. PENGUJI II



Budi Suswanto, ST., MT., PhD.

3. PENGUJI III



Ir. Boedi Wibowo, CES.

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



**Ir. Sutiyono, MT.
NIP. 19600713 198703 1 001**