

ANALISA STRUKTUR KOMPOSIT DENGAN BASE ISOLATOR
BANTALAN KARET REDAMAN TINGGI (BKRT) PADA
GEDUNG SMA MUHAMMADIYAH 1 TAMAN SIDOARJO

TUGAS AKHIR



Oleh :

MUCHAMMAD ICHWAN
1453010042

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2020

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

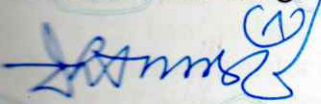
**ANALISA STRUKTUR KOMPOSIT DENGAN BASE ISOLATOR
BANTALAN KARET REDAMAN TINGGI (BKRT) PADA
GEDUNG SMA MUHAMMADIYAH 1 TAMAN SIDOARJO**

Oleh :

Muchammad Ichwan
NPM. 1453010042

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Jumat 3 Januari 2020**

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Made D. Astawa, MT.
NIDK. 8880523419

Dosen Pembimbing II



Ir. Wahyu Kartini, MT.
NPT. 3 6304 94 0031 1

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik**



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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan mengucapkan Alhamdulillah saya panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT. tuhan semesta alam, yang telah memberikan kemampuan dan kesempatan kepada saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya, dan segenap pengikutnya hingga hari akhir jaman.

Saya menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Dengan segala kemampuan dan kerja keras, Alhamdulillah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyelesaian penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak, untuk itu saya merasa perlu menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada :

1. Kedua Orang Tua saya, Abdul Jupri dan Siti Aslichah atas segala perhatian, dorongan, dan masukan kepada saya baik secara moral maupun secara materi ;
2. Bapak Dr. Ir. Made D. Astawa, MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan proposal ini ;
3. Ibu Ir. Wahyu Kartini, MT, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan proposal ini ;
4. Ibu DR. Ir. Minarni Nur Trilita, MT. selaku koordinator program studi UPN Veteran Jawa Timur;
5. Bapak dan Ibu pengajar di program studi Teknik Sipil UPN Veteran Jawa Timur ;

6. Teman – teman seperjuangan di program studi Teknik Sipil khususnya angkatan 2014, yang telah memberikan motivasi dan warna dalam mengerjakan tugas akhir ini ;
7. Teman – teman seperjuangan dalam program tugas akhir bidang struktur, yang telah bekerja bersama – sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini ;
8. Semua pihak yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak secara langsung.

Saya hanya bisa berdoa semoga amal baik Bapak-Ibu mendapatkan balasan dan pahala dari Allah SWT, Amin. saya berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan masukan dalam upaya pengembangan ilmu pengetahuan. Dan semoga dapat memberikan manfaat bagi kita semua, *Amin ya Robbal ‘alamin.*

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

Muchammad Ichwan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	4
2.2. Struktur Komposit.....	5
2.3. Balok Komposit	6
2.4. Kolom Komposit.....	8
2.5. Dek Baja Bergelombang.....	9
2.6. Rumusan Hubungan Balok-Kolom (HBK).....	10
2.6.1. Hubungan Balok – Kolom / <i>Join</i> rangka momen khusus.....	10

2.6.2. Hubungan Balok – Kolom SPRMK.....	12
2.7. <i>Base Isolator Elastomeric Rubber Bearing</i>	12
2.7.1. <i>High Damping Rubber Bearing (HDRB)</i> atau Bantalan Karet Redaman Tinggi (BKRT)	14

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alur Penyelesaian Studi.....	17
3.2. Data perencanaan	18
3.3. Studi Literatur	19
3.4. Penentuan Kriteria Desain	19
3.5. <i>Preliminary Design</i>	19
3.6. Perencanaan Struktur Sekunder	22
3.7. Analisa Struktur	26
3.7.1. Pemodelan Struktur.....	26
3.7.2. Perencanaan Struktur	26
3.8. Kontrol Desain.....	32
3.8.1. Kontrol Partisipasi Massa	32
3.8.2. Kontrol Nilai Respons Spektrum	32
3.8.3. Kontrol Simpangan Antar Tingkat.....	32
3.9. Perencanaan Base Isolator	33
3.9.1. Teori Base Isolator Berdasarkan SNI 03-1726-2012.....	33
3.9.1.1. Perpindahan Rencana (Pasal 12.5.3.1).....	33
3.9.1.2. Periode Efektif Pada Saat Perpindahan Rencana (Pasal 12.5.3.2)	34
3.9.1.3. Perpindahan Maksimum (Pasal 12.5.3.3) ...	35

3.9.1.4. Periode Efektif Pada Saat Perpindahan Maksimum (Pasal 12.5.3.4)	35
3.9.1.5. Perpindahan Total (Pasal 12.5.3.5)	36
3.9.1.6. Batas Simpang Antar Lantai (Pasal 12.5.6) .	37
3.9.2. Desain Dimensi Bantalan Karet Redaman Tinggi (BKRT)	37
3.9.3. Pemodelan Struktur (Isolation Structure)	39
3.9.4. Perhitungan Beban Gempa Isolation Structure (Vs dan Vb) (Isolation Structure)	39
3.9.4.1. Sistem Isolasi dan Elemen – Elemen Struktural di bawah Sistem Isolasi (Pasal 12.5.4.1).....	39
3.9.4.2. Elemen Struktural di bawah Sistem Isolasi (Pasal 12.5.4.2).....	40
3.9.4.3. Batas Vs (Pasal 12.5.4.3)	40
3.9.5. Analisa Struktur (Isolation Structure).....	41
3.9.6. Kontrol Simpangan dan Perpindahan	41
3.9.6.1. Kontrol Perpindahan Base Isolator	41
3.9.6.2. Kontrol Simpangan Antar Tingkat.....	41
3.9.6.3. Kontrol Partisipasi Massa.....	41
3.9.6.4. Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum.....	42
3.10. Desain Perencanaan Join antar Balok dan Balok Kolom ...	42

BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR

4.1 Perencanaan Dimensi Pelat Lantai Gedung.....	45
4.1.1 Pelat Lantai Atap.....	45
4.1.2 Pelat Lantai 1 sampai 8	47

4.2 Perencanaan Balok Anak	49
4.2.1. Balok Anak Lantai Atap	49
4.2.2 Balok Anak Lantai 1-8.....	61
4.3 Pemodelan dan Analisa Struktur Utama.....	73
4.3.1. Umum.....	73
4.3.2. Pemodelan Struktur.....	73
4.3.3. Data Material.....	74
4.3.4. Data Elemen Struktur.....	75
4.3.5. Data Gedung	78
4.3.6. Perhitungan Berat Struktur.....	78
4.3.7. Pembebanan Gempa Dinamis	84
4.3.7.1 Parameter Percepatan Tanah	84
4.3.7.2 Koefisien Lokasi F_a dan F_v	84
4.3.7.3 Nilai S_{MS} dan S_{MI}	85
4.3.7.4 Parameter Percepatan Spektrum Desain (S_{DS} dan S_{DI}).....	85
4.3.7.5 Pemeriksaan Waktu Getar Alami Fundamental (T).....	85
4.3.7.6 Spectrum Respons Desain.....	86
4.3.7.7 Pemeriksaan Gaya Geser Dasar	87
4.3.7.8 Pemeriksaan Partisipasi Massa	88
4.3.7.9 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai	89
4.3.8. Perhitungan Beban Pada Portal.....	92
4.4 Perencanaan Elemen Struktur Primer	98

4.4.1 Perencanaan Balok Induk.....	98
4.4.1.1 Perencanaan Balok Induk Memanjang.....	98
4.4.1.2 Perencanaan Balok Induk Melintang	112
4.4.2 Perencanaan Kolom	125
4.4.3 Perencanaan Sambungan	
4.4.3.1 Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	125
4.4.3.2 Sambungan Balok Induk Lantai Kelas Dengan Kolom	140
4.4.3.3 Sambungan Balok Induk Atap dengan Kolom.....	145
4.4.3.4 Sambungan Antar Kolom.....	150
4.4.3.5 Sambungan Kolom dengan Base Plate	155
4.4.3.6 Kontrol Hubungan Balok-Kolom.....	160
4.4.3.7 Sambungan Balok Induk dengan Pedesatal .	162
4.4.4 Perhitungan Sistem Struktur Base Isolator	167
4.4.4.1 Perhitungan Dimensi Bantalan Karet Redaman Tinggi	168
4.4.4.2 Perhitungan Dimensi Base Isolator Kolom Interior.....	169
4.4.4.3 Perhitungan Dimensi Base Isolator Kolom Eksterior	170
4.4.4.4 Analisa Struktur Isolasi	172
4.4.4.5 Kontrol Analisa Struktur Isolasi.....	175

4.4.4.6 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai 176

4.4.4.7 Analisa Perbandingan Fixed Base dengan Base Isolator.....	179
4.4.4.8 Pemodelan Struktur Isolasi	180
4.4.4.9 Metode Pemasangan.....	184
4.4.5 Interpretasi Data.....	187

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	185
5.2 Saran	185

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel.4.1. Perencanaan Balok Anak Lantai Atap	61
Tabel.4.2. Perencanaan Balok Anak Lantai 1-8.....	73
Tabel.4.3. Reaksi Beban Gempa Arah X dan Y	88
Tabel.4.4. Modal Participating Mass Ratio.....	89
Tabel.4.5. Simpangan Ijin Lantai	89
Tabel.4.6. Kontrol Simpangan Arah X yang terjadi Akibat Beban Gempa.	90
Tabel.4.7. Kontrol Simpangan Arah Y yang terjadi Akibat Beban Gempa.	91
Tabel.4.8. Rekapitulasi Kolom.....	132
Tabel.4.9. Berat Total Bangunan Struktur Isolasi.....	173
Tabel.4.10. Reaksi Akibat Beban Kombinasi $1,2D+0,5L+E$	175
Tabel.4.11. Kontrol Partisipasi Massa	176
Tabel.4.12. Simpangan Ijin Lantai	177
Tabel.4.13. Kontrol Simpangan Arah X yang terjadi Akibat Beban Gempa.	178
Tabel.4.14. Kontrol Simpangan Arah Y yang terjadi Akibat Beban Gempa.	178
Tabel.4.15. Reduksi Simpangan Arah X pada Fixed Base dengan Base Isolator	179
Tabel.4.16. Reduksi Simpangan Arah Y pada Fixed Base dengan Base Isolator	179

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. (a) Kolom Baja terbungkus Beton, (b) Kolom Baja berisi Beton, (c) Kolom Baja berisi Tiang Pancang, (d) Balok Baja terbungkus beton, (e) Balok baja menahan slab beton.....	6
Gambar.2.2. Luas Joint Efektif	11
Gambar.2.3. Perbandingan perilaku gedung menggunakan normal struktur dan base isolator struktur.....	13
Gambar.2.4. Bantalan Karet Redaman Tinggi (BKRT).....	15
Gambar.2.5. Ilustrasi efektif area pada <i>seismic isolation</i> berbentuk lingkaran dan hasil eksperimen rasio kekakuan vertikal setelah deformasi dan kekakuan awal (K_v/K_{v0}) terhadap rasio deformasi terhadap jari – jari	16
Gambar.3.1. Diagram alur penyelesaian studi	17
Gambar.3.2. Bantalan Karet Redaman Tinggi (BKRT).....	33
Gambar.4.1. Pelat Lantai Atap	46
Gambar.4.2. Penulangan Pelat Lantai Atap	47
Gambar.4.3. Pelat Lantai 1-8	48
Gambar.4.4. Penulangan Pelat Lantai 1-8.....	49
Gambar.4.5. Balok Anak Lantai Atap yang ditinjau.....	51
Gambar.4.6. Balok Anak Lantai yang ditinjau.....	63
Gambar.4.7. Pemodelan 3D Gedung Muhammadiyah 1 Taman Sidoarjo..	74
Gambar.4.8. Input Data Material pada Peranti Lunak v14	75
Gambar.4.9. Input Jenis Elemen Struktur pada Peranti Lunak v14	76

Gambar.4.10. Input Dimensi Elemen Struktur pada Peranti Lunak v14.....	76
Gambar.4.11. <i>Option Section Designer</i> untuk profil buatan sendiri pada Peranti Lunak v14	77
Gambar.4.12. Input Dimensi Kolom KC pada Peranti Lunak v14	77
Gambar.4.13. Portal Pembebanan Gempa	82
Gambar.4.14. Respons Spektrum Gempa Rencana.....	86
Gambar.4.15. Simpangan Arah X yang terjadi pada Struktur	91
Gambar.4.16. Simpangan Arah Y yang terjadi pada Struktur	92
Gambar.4.17. Denah Pelimpahan Beban Balok ke Pelat	93
Gambar.4.18. Skema Beban Balok ke Pelat Arah Melintang	97
Gambar.4.19. Skema Beban Balok ke Pelat Arah Memanjang	98
Gambar.4.20. Balok Induk yang ditinjau pada kondisi sebelum dan sesudah komposit.....	99
Gambar.4.21. Skema Gaya Dalam	100
Gambar.4.22. Diagram Tegangan Kondisi Sebelum Komposit.....	103
Gambar.4.23. Skema Gaya Dalam	104
Gambar.4.24. Aksi Komposit Balok Induk Arah Memanjang.....	106
Gambar.4.25. Diagram Tegangan Kondisi Sesudah Komposit	108
Gambar.4.26. Balok Induk yang ditinjau pada kondisi sebelum dan sesudah komposit.....	112
Gambar.4.27. Skema Gaya Dalam	113
Gambar.4.28. Diagram Tegangan Kondisi Sebelum Komposit.....	117
Gambar.4.29. Skema Gaya Dalam	118
Gambar.4.30. Aksi Komposit Balok Induk Arah Memanjang.....	119

Gambar.4.31.	Diagram Tegangan Kondisi Sesudah Komposit	122
Gambar.4.32.	Penampang Kolom Komposit K1.....	126
Gambar.4.33.	Skema Gaya Dalam Kolom.....	122
Gambar.4.34.	Skema Gaya Dalam Balok Induk dengan Balok Anak	122
Gambar.4.35.	Sambungan Balok Anak Atap dengan Balok Induk.....	136
Gambar.4.36.	Skema Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk.....	137
Gambar.4.37.	Sambungan Balok Anak Lantai dengan Balok Induk	140
Gambar.4.38.	Skema Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk.....	141
Gambar.4.39.	Sambungan Baut pada Balok Induk	142
Gambar.4.40.	Sambungan Las pada Balok Induk.....	144
Gambar.4.41.	Sambungan pada Balok Induk Lantai dengan Kolom.....	145
Gambar.4.42.	Skema Gaya Dalam pada Sambungan Balok Induk.....	146
Gambar.4.43.	Sambungan Baut pada Balok Induk	147
Gambar.4.44.	Sambungan Las pada Balok Induk.....	149
Gambar.4.45.	Sambungan pada Balok Induk Lantai dengan Kolom.....	150
Gambar.4.46.	Skema Antar Kolom.....	155
Gambar.4.47.	Sambungan Kolom dengan <i>Base Plate</i>	160
Gambar.4.48.	Sambungan Las <i>Extended End Plate</i>	163
Gambar.4.49.	Sambungan Balok Induk dengan Pedestal	167
Gambar.4.50.	Layout Pemasangan <i>Base Isolator</i>	168
Gambar.4.51.	Skema Gaya Reaksi pada Kolom Interior	169
Gambar.4.52.	Base Isolator BKRT HH 110 x 6R.....	170
Gambar.4.53.	Skema Gaya Reaksi pada Kolom Eksterior	171
Gambar.4.54.	Base Isolator BKRT HH 90 x 6R.....	172

Gambar.4.55. Pemodelan Base Isolator	180
Gambar.4.56. Input Spesifikasi BKRT	181
Gambar.4.57. Input Directional Properties	182
Gambar.4.58. Assign Base Isolator pada Peranti Lunak v14.....	183
Gambar.4.59. Hasil Running Akibat Beban Gempa	183
Gambar.4.60. Skema Pemasangan Base Isolator	184
Gambar.4.61. Skema Pemasangan Pedestal dengan Balok Induk	185
Gambar.4.62. Skema Pemasangan Kolom dengan Balok Induk.....	186