

**PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR
PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL
BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL
TANPA BRESING**

TUGAS AKHIR

**Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Oleh:

**RENDY ADAM ANGGRIAWAN
NIM 1821084**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - S1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2022**

**PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR
PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL
BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL
TANPA BRESING**

TUGAS AKHIR

**Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Oleh:

**RENDY ADAM ANGGRIAWAN
NIM 1821084**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - S1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

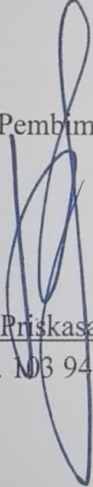
PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR
PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL
BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL
TANPA BRESING

Oleh:
RENDY ADAM ANGGRIAWAN
NIM 1821084

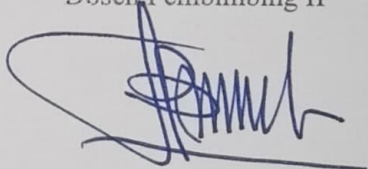
Telah disetujui oleh pembimbing untuk di ujikan
Pada tanggal 27 Agustus 2022

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I


(Ir. Ester Priskasari, MT)
NIP. P. 103 9400 265

Dosen Pembimbing II


(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)
NIP. P. 101 8500 093

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang



(Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT)
NIP. P. 103 0300 383

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR
PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL
BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL
TANPA BRESING

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas
Akhir Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 1 September 2022 Dan diterima
Untuk memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1

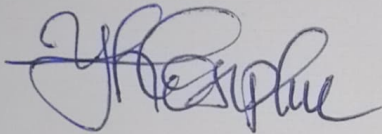
Oleh:

RENDY ADAM ANGGRIAWAN
NIM 1821084

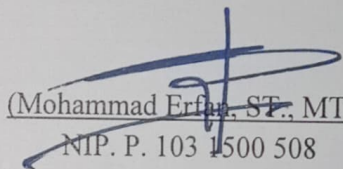
Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi



(Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT)
NIP. P. 103 0300 383

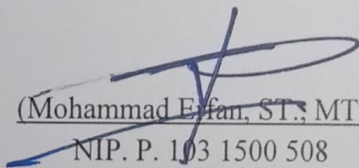


(Mohammad Erfan, ST., MT)
NIP. P. 103 1500 508

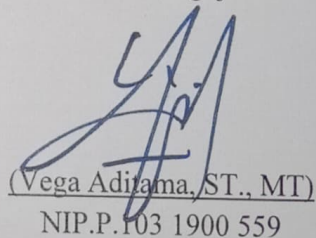
Anggota Penguji,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



(Mohammad Erfan, ST., MT)
NIP. P. 103 1500 508



(Vega Aditama, ST., MT)
NIP.P.103 1900 559

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - S1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2022

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawa ini:

Nama : RENDY ADAM ANGGRIAWAN

NIM : 1821084

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL TANPA BRESING

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan,serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, November 2022

Yang membuat pernyataan


(Rendy Adam Anggriawan)
18.21.084

ABSTRACT

MODELING AND SIMULATION OF VIBRATION IN STEEL PORTAL STRUCTURE 3D WITH A COMPARISON OF INVERTED V CENTRAL BRACED MODEL AND UNBRESSED MODEL, Rendy Adam Anggriawan 1821084, Ester Priskasari, Bambang Wedyantadji.

Steel portal model 1 unbraced and model 2 inverted V - braced. The dynamic load is a sinusoidal load at time (t) for 10 seconds in the form of forced vibration, after the dynamic load is turned off, harmonic free vibration is applied. The vibrations given with the frequency of 0.5 Hz, 1.033 Hz and 1.7 Hz are proportional to the vibration time of the structure $T_1 = 0.066$ seconds/cycle and $T_2 = 0.442$ seconds/cycle. The static load on the portal model is 18.621 kg with the same dimensions of the columns and beams on the 1st and 2nd floors which in this study were viewed from the weakest orthogonal axis of the portal. As a result of dynamic loads which load at any time and repeatedly (periodically) can cause damage to a building structure, it is necessary to observe how the response occurs. To reduce the deviation and damage that occurs in the structure due to dynamic loads, it is necessary to use braces as a stiffening element. The research method is quantitative, using the Etabs Ultimate 18.1.1 program and MDOF analysis. From the results of experimental data calculations, the stiffness value of model 1 on the 1st floor is 11.245 N/mm and on the 2nd floor is 119.28 N/mm, the real structural stiffness on the 1st floor is 10.638 (N/mm) and on the 2nd floor is 112.841 (N/mm). From the results of modeling the support column when it is assumed to be a joint, dynamic mechanics analysis obtained the largest deviation value in the period of 0.588 seconds, the assumption of $C = 0$ model 1 on the 1st floor is 96.10 mm and on the 2nd floor is 14.43 mm, model 2 is the 1st floor is 0.61 mm and on the 2nd floor is 0.59 mm, assuming $C = 0.2$ model 1 on the 1st floor is 49.71 mm and on the 2nd floor is 8.66 mm, model 2 on the 1st floor is 0.14 mm and 0.12 mm on the 2nd floor, assuming $C = 0.5$ model 1 on the 1st floor is 29.54 mm and on the 2nd floor is 4.21 mm, model 2 on the 1st floor is 0.06 mm and on the 2nd floor by 0.05 mm. From the results based on MDOF analysis, the largest deviation value for model 1 in the period of 0.588 seconds on the 1st floor is 16,488 mm and on the 2nd floor is 4,70 mm. From the results based on experimental observations, the largest deviation value of model 1 in a period of 2 seconds on the 1st floor is -15.355 mm and on the 2nd floor is 21, 387 mm, model 2 in a period of 0.588 seconds on the 1st floor is 2 mm and on the 2nd floor is 13.10 mm. From the results of the first tensile test, $f_u = 318.7$ N/mm² and $f_y = 262$ N/mm², the second test $f_u = 455.94$ N/mm² and $f_y = 334.447$ N/mm².

Keywords : Structural Response, Stiffness, Displacement, Bracing.

ABSTRAK

PEMODELAN DAN SIMULASI GETARAN PADA STRUKTUR PORTAL BAJA 3D DENGAN PERBANDINGAN MODEL BRESING KONSENTRIS V TERBALIK DAN MODEL TANPA BRESING, Rendy Adam Anggriawan 1821084, Ester Priskasari, Bambang Wedyantadji.

Portal baja model 1 tanpa bresing dan model 2 dengan bresing konsentris V terbalik. Beban dinamis berupa beban sinusoidal pada waktu (t) selama 10 detik berupa getaran terpaksa, setelah beban dinamis di matikan berlaku getaran bebas harmonis. Getaran diberikan dengan frekuensi 0,5 Hz; 1,033 Hz dan 1,7 Hz sebanding dengan waktu getar struktur $T_1 = 0,066$ detik/siklus dan $T_2 = 0,442$ detik/siklus. Beban statis pada model portal diberikan sebesar 18,621 kg dengan dimensi kolom dan balok lantai 1 dan 2 sama dimana pada penelitian ini di tinjau dari sumbu orthogonal terlemah pada portal. Akibat beban dinamis yang pembebanannya sewaktu-waktu dan secara berulang (periodik) ini dapat menyebabkan kerusakan pada suatu struktur bangunan maka perlu di lakukan pengamatan bagaimana respon yang terjadi. Untuk mengurangi simpangan dan kerusakan yang terjadi pada struktur akibat beban dinamis maka perlu penggunaan bresing sebagai elemen pengaku. Metode penelitian kuantitatif, menggunakan program bantu Etabs Ultimate 18.1.1 dan Analisis MDOF. Dari hasil perhitungan data Eksperimental didapatkan nilai kekakuan model 1 pada lantai 1 sebesar 11,245 N/mm dan di lantai 2 sebesar 119,28 N/mm, kekakuan struktur nyata di lantai 1 sebesar 10,638 (N/mm) dan di lantai 2 sebesar 112,841 (N/mm). Dari hasil pemodelan tumpuan kolom bila di asumsikan sebagai sendi, analisis mekanika dinamis didapatkan nilai simpangan terbesar pada periode 0,588 detik, asumsi $C = 0$ model 1 pada lantai 1 sebesar 96,10 mm dan di lantai 2 sebesar 14,43 mm, model 2 pada lantai 1 sebesar 0,61 mm dan di lantai 2 sebesar 0,59 mm, asumsi $C = 0,2$ model 1 pada lantai 1 sebesar 49,71 mm dan di lantai 2 sebesar 8,66 mm, model 2 pada lantai 1 sebesar 0,14 mm dan di lantai 2 sebesar 0,12 mm, asumsi $C = 0,5$ model 1 pada lantai 1 sebesar 29,54 mm dan di lantai 2 sebesar 4,21 mm, model 2 pada lantai 1 sebesar 0,06 mm dan di lantai 2 sebesar 0,05 mm. Dari hasil berdasarkan Analisis MDOF didapatkan nilai simpangan terbesar model 1 pada periode 0,588 detik pada lantai 1 sebesar 16,488 mm dan di lantai 2 sebesar 4,70 mm. Dari hasil berdasarkan pengamatan eksperimental didapatkan nilai simpangan terbesar model 1 pada periode 2 detik pada lantai 1 sebesar -15,355 mm dan di lantai 2 sebesar 21,387 mm, model 2 pada periode 0,588 detik pada lantai 1 sebesar 2 mm dan di lantai 2 sebesar 13,10 mm. Dari hasil uji tarik yang pertama didapatkan $f_u = 318,7$ N/mm² dan $f_y = 262$ N/mm², pengujian kedua $f_u = 455,94$ N/mm² dan $f_y = 334,447$ N/mm².

Kata Kunci : Respon Struktur, Kekakuan, Simpangan, Bresing.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar Strata Satu (S-1), Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang. Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Dr. Ir. Hery Setyo Budiarmo, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson P Manaha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
5. Ir. Bambang Wedyantadji, MT selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir
6. Mohammad Erfan, ST., MT selaku Dosen Penguji 1 Tugas Akhir
7. Vega Aditama, ST., MT selaku Dosen Penguji 2 Tugas Akhir

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan untuk itu kritik dan saran yang bermanfaat dari para pembaca sangat di harapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi bagi terselenggaranya pendidikan yang berkualitas.

Malang, 2022



(Rendy Adam Anggriawan)

18.21.084

DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRACT	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN DEFINISI	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Lingkup Pembahasan	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Persamaan Dasar Gerak Harmonik.....	5
2.2. Respon Sistem SDOF Terhadap Gerak Harmonik.....	6
2.3. Sistem MDOF Sederhana	9
2.4. Hukum Newton Kedua pada Sistem MDOF	9
2.5. Sistem Massa – Pegas – Redaman	11
2.6. Sistem MDOF tak teredam.....	12
2.7. Frekuensi Natural dan Pola Normal	13
2.8. Sifat Ortogonalitas dari Pola Normal.....	14
2.9. Rangka Bresing	16
2.9.1. Rangka Bresing Konsentris (RBK)	16
2.9.2. Rangka Bresing Eksentris (RBE)	17

2.10. Penskalaan Model Struktur	17
2.10.1. Dimensi dan Homogenitas Dimensi	17
2.10.2. Analisis Dimensi dan Karakteristik Struktur	18
2.11. Daktilitas	19
2.12. Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	20
2.13. Penelitian Sebelumnya	23
BAB 3. METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Variabel Penelitian.....	27
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.5 Analisa Data.....	27
3.6 Penyimpulan Hasil Penelitian	27
3.7 Skala Model Penelitian	27
3.8 Bentuk 3D Struktur Portal.....	28
3.9 Rancangan Penelitian	29
3.10 Uji Tarik Baja (Daktilitas Material).....	31
3.11. Berat CNP per 1 meter	34
3.12. Beban Eksperimental.....	35
3.13. Skema Eksperimental	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Perhitungan mekanika bahan	38
4.2. Pemodelan Pemodelan dan Analisis Struktur Nyata.....	43
4.3. Pengecekan Simpangan Antar lantai (Story Drift) Model 1 dan 2.....	61
4.4. Analisis MDOF	67
4.5. Hasil Eksperimental.....	104
4.5.1 Hasil Data Sensor Percepatan ADXL345.....	105
4.5.2 Hasil Data Sensor Ultrasonik HC-SR04 (pengukur jarak).....	163
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	176
5.1. Kesimpulan	176
5.2. Saran.....	177

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran 1. Gambaran Rancangan Model

Lampiran 2. Grafik Uji Tarik CNP 80 x 20 x 5 x 1 mm

Lampiran 3. Dokumentasi pengukuran berat 6 sampel CNP

Lampiran 4. Dokumentasi Pembebanan model 1 dan model 2

Lampiran 5. Data sensor percepatan ADXL 345

Lampiran 6. Data Sensor Ultrasonik HC-SR04

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 a. Model bresing konsentris V terbalik, b. Model tanpa bresing	1
Gambar 2. 1 Sistem Gerak Harmonik Tanpa Redaman.....	6
Gambar 2. 2 Steady – State Respon Tanpa Redaman.....	6
Gambar 2. 3 Grafik Steady – State Respon.....	7
Gambar 2. 4 Resonansi ($\omega = \omega_n$) Tanpa Redaman	8
Gambar 2. 5 Steady – State Respon Dengan Redaman.....	8
Gambar 2. 6 Resonansi Dengan Redaman	8
Gambar 2. 7 (a.) Struktur portal tingkat dua (b.) Gaya yang bekerja pada kedua massa.....	9
Gambar 2. 8 Free Body Diagram.....	11
Gambar 2. 9 (a.) Sistem berderajat dua; (b.) free body diagram.....	11
Gambar 2. 10 Getaran bebas pada sistem tak teredam dengan pola natural pertama dari getaran (a.) Struktur portal tingkat dua; (b.) perubahan bentuk struktur pada waktu a,b,c; (c.) model koordinat $q_n(t)$; (d.) perpindahan.....	12
Gambar 2. 11 Getaran bebas pada sistem tak teredam dengan pola natural kedua dari getaran (a.) Struktur portal tingkat dua; (b.) perubahan bentuk struktur pada waktu a,b,c; (c.) model koordinat $q_n(t)$; (d.) perpindahan	13
Gambar 2. 12 (a.) Model sejumlah massa dan perpindahan pada struktur bertingkat dua (b.) Sistem I; (c.) Sistem II	15
Gambar 2. 13 Dasar Konfigurasi bresing konsentris	17
Gambar 2. 14 Penkalaan Model Pada Struktur Portal	18
Gambar 2. 15 Kinerja Sistem Struktur Baja.....	20
Gambar 2. 16 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	21
Gambar 2. 17 Model Struktur	23
Gambar 2. 18 Pola Beban $P(t) = 1500 \sin (\pi t / 0,6)$	23
Gambar 2. 19 Riwayat waktu vs perpindahan dengan variasi massa	24
Gambar 2. 20 Riwayat waktu vs perpindahan dengan variasi kekakuan.....	24
Gambar 3. 1 Struktur portal dua lantai 3D.....	28

Gambar 3. 2 Rancangan Penelitian.....	30
Gambar 3. 3 Letak Sisi Uji Tarik Sampel CNP	31
Gambar 3. 4 Alat uji Tarik Lab Material Mesin ITN Malang.....	32
Gambar 3. 5 Alat uji Tarik Lab Beton Sipil ITN Malang.....	33
Gambar 3. 6 Specimen uji Tarik Lab Material Mesin ITN Malang.....	33
Gambar 3. 7 Specimen uji Tarik Lab Beton Sipil ITN Malang.....	34
Gambar 3. 8 Pengukuran Panjang CNP.....	35
Gambar 3. 9 Skema Eksperimental.....	37
Gambar 4. 1 Penampang 2 baja CNP 80 x 20 x 5 x 1 mm.....	38
Gambar 4. 2 (a.) pembagian dasar bentuk penampang (b.) sumbu simetris penampa	38
Gambar 4. 3 Penampang CNP	39
Gambar 4. 4 Mencari Titik berat Penampang 2 Baja CNP.....	39
Gambar 4. 5 Bidang Inti Kern 2 baja CNP 80 x 20 x 5 x 1 mm.....	42
Gambar 4. 6 Model Initialization	43
Gambar 4. 7 Model Model Quick Templates	43
Gambar 4. 8 Gird System Data.....	44
Gambar 4. 9 Story Data.....	44
Gambar 4. 10 Material Property Data.....	45
Gambar 4. 11 Material Property Design Data	45
Gambar 4. 12 Nonlinier Material Data	46
Gambar 4. 13 Diagram Tegangan – Regangan material BJ P34.....	46
Gambar 4. 14 Frame Section Property Data	47
Gambar 4. 15 Property / Stiffness Modification Factors	47
Gambar 4. 16 Frame Section Properties.....	48
Gambar 4. 17 Define Time History Functions.....	48
Gambar 4. 18 Beban Sinusoidal T 0,588 detik/cycle.....	49
Gambar 4. 19 Beban Sinusoidal T 0,967 detik/cycle.....	49
Gambar 4. 20 Beban Sinusoidal T 2 detik/cycle.....	50
Gambar 4. 21 Denah Model 1 dan Model 2.....	50
Gambar 4. 22 Potongan 1A – 1B Model 1.....	51

Gambar 4. 23 Potongan A1 – A2 Model 1	51
Gambar 4. 24 Potongan 1A – 1B Model 2.....	52
Gambar 4. 25 Potongan A1 – A2 Model 2	52
Gambar 4. 26 3D Model 1.....	53
Gambar 4. 27 3D Model 2.....	53
Gambar 4. 28 Beban hidup hunian	54
Gambar 4. 29 Story 2 Beban hidup hunian	54
Gambar 4. 30 Load Cases.....	55
Gambar 4. 31 Load Cases Data	55
Gambar 4. 32 Check Model.....	56
Gambar 4. 33 Hasil Check Model.....	56
Gambar 4. 34 3D Model 1.....	57
Gambar 4. 35 3D Model 2.....	58
Gambar 4. 36 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ..	62
Gambar 4. 37 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ...	62
Gambar 4. 38 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ...	64
Gambar 4. 39 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ...	64
Gambar 4. 40 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ...	66
Gambar 4. 41 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisa Pemodelan ...	66
Gambar 4. 42 3D Portal 2 lantai tanpa bresing.....	67
Gambar 4. 43 (a.) kekakuan portal; (b.) kekakuan portal balok sangat kaku; (c.) kekakuan portal balok semi kaku	68
Gambar 4. 44 Grafik Waktu vs Perpindahan Periode 2 detik	80
Gambar 4. 45 Grafik Waktu vs Kecepatan Periode 2 detik	80
Gambar 4. 46 Grafik Waktu vs Percepatan Periode 2 detik	81
Gambar 4. 47 Grafik Waktu vs Perpindahan Periode 0,967 detik	88
Gambar 4. 48 Grafik Waktu vs Kecepatan Periode 0,967 detik	89
Gambar 4. 49 Grafik Waktu vs Percepatan Periode 0,967 detik	89
Gambar 4. 50 Grafik Waktu vs Perpindahan Periode 0,588 detik	97
Gambar 4. 51 Grafik Waktu vs Kecepatan Periode 0,588 detik	97
Gambar 4. 52 Grafik Waktu vs Percepatan Periode 0,588 detik	97

Gambar 4. 53 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Analisis MDOF Data Eksperimental Model 1.....	101
Gambar 4. 54 Pengujian Model 1	104
Gambar 4. 55 Pengujian Model 2	104
Gambar 4. 56 Sensor Percepatan Lantai Dasar Periode 2 Detik Model 1... 108	
Gambar 4. 57 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 2 Detik Model 1.....	111
Gambar 4. 58 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 2 Detik Model 1.....	114
Gambar 4. 59 Sensor Percepatan Dasar Periode 0,967 Detik Model 1.....	117
Gambar 4. 60 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 0,967 Detik Model 1....	120
Gambar 4. 61 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 0,967 Detik Model 1... 124	
Gambar 4. 62 Sensor Percepatan Lantai Dasar Periode 0,588 Detik Model 1	127
Gambar 4. 63 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 0,588 Detik Model 1....	130
Gambar 4. 64 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 0,588 Detik Model 1... 133	
Gambar 4. 65 Sensor Percepatan Lantai Dasar Periode 2 Detik Model 2... 137	
Gambar 4. 66 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 2 Detik Model 2.....	140
Gambar 4. 67 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 2 Detik Model 2.....	143
Gambar 4. 68 Sensor Percepatan Lantai Dasar Periode 0,967 Detik Model 2	146
Gambar 4. 69 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 0,967 Detik Model 2... 150	
Gambar 4. 70 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 0,967 Detik Model 2... 153	
Gambar 4. 71 Sensor Percepatan Lantai Dasar Periode 0,588 Detik Model 2	156
Gambar 4. 72 Sensor Percepatan Lantai 1 Periode 0,588 Detik Model 2... 160	
Gambar 4. 73 Sensor Percepatan Lantai 2 Periode 0,588 Detik Model 2... 163	
Gambar 4. 74 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Pengamatan Data Sensor Jarak Model 1	169
Gambar 4. 75 Grafik Simpangan Berdasarkan Hasil Pengamatan Data Sensor Jarak Model 2	175

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simpangan antar lantai ijin.....	22
Tabel 3. 1 Hasil Uji Tarik Lab Material Mesin ITN Malang.....	31
Tabel 3. 2 Hasil Uji Tarik Lab Beton Sipil ITN Malang	32
Tabel 3. 3 Berat CNP per 1 meter	34
Tabel 4. 1 Story Dir Maksimum $C = 0$	59
Tabel 4. 2 Story Dir Maksimum $C = 0,2$	60
Tabel 4. 3 Story Dir Maksimum $C = 0,5$	60
Tabel 4. 4 Model 1 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 5 Model 1 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 6 Model 1 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 7 Model 2 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 8 Model 2 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 9 Model 2 $C = 0$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	61
Tabel 4. 10 Model 1 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 11 Model 1 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 12 Model 1 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 13 Model 2 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 14 Model 2 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 15 Model 2 $C = 0,2$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	63
Tabel 4. 16 Model 1 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 17 Model 1 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 18 Model 1 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 19 Model 2 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 2 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 20 Model 2 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 0,967 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 21 Model 2 $C = 0,5$ Simpangan Arah Y T 0,588 detik/cycle.....	65
Tabel 4. 22 Berat Struktur Model Daerah W1.....	67
Tabel 4. 23 Berat Struktur Model Daerah W2.....	68
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Analisis MDOF Model 1.....	101
Tabel 4. 25 Berat Struktur Nyata Daerah W1	102

Tabel 4. 26 Berat Struktur Nyata Daerah W2	102
Tabel 4. 27 Perpindahan Periode 2 detik model 1.....	163
Tabel 4. 28 Perpindahan Periode 0,967 detik model 1	165
Tabel 4. 29 Perpindahan Periode 0,588 detik model 1	167
Tabel 4. 30 Perpindahan Periode 2 detik model 2.....	169
Tabel 4. 31 Perpindahan Periode 0,967 detik model 2	171
Tabel 4. 32 Perpindahan Periode 0,588 detik model 2	173

DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN DEFINISI

A = Amplitudo

a = Percepatan

E = Modulus Elastisitas

f = Frekuensi

f_n = Frekuensi natural

f = gaya

f_u = Tegangan ultimate

f_y = Tegangan leleh

I = momen inersia

I_e = Faktor keutamaan gempa.

k = Kekakuan

m = Massa

p = gaya

t = Waktu

T = Periode

T_n = Periode alami

V = Kecepatan

ϕ = Pola

C = Redaman

C_d = Faktor pembesaran defleksi

ω = Frekuensi sudut

ω_n = Frekuensi sudut alami

Δ = Simpangan