

**TUGAS AKHIR**

**ESTIMASI GAYA BATANG SISTEM TRUSS DENGAN  
VARIASI PEMBEBANAN TITIK MENGGUNAKAN METODE  
VIBRASI**



**Disusun oleh:**

**ZICO JAYANTARA**

**20200110018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**ESTIMASI GAYA BATANG SISTEM TRUSS DENGAN  
VARIASI PEMBEBANAN TITIK**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik

di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**ZICO JAYANTARA**

**20200110018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zico Jayantara

NIM : 20200110018

Judul : Estimasi Gaya Batang Sistem Truss dengan Variasi  
Pembebanan Titik Menggunakan Metode Vibrasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta,

2024

Yang membuat pernyataan



Zico jayantara

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zico Jayantara

NIM : 20200110018

Judul : Estimasi Gaya Batang Sistem *Truss* dengan Variasi  
Pembebanan Titik Menggunakan Metode Vibrasi

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Estimasi Gaya Batang Sistem *Truss* dengan Variasi Pembebanan Titik Menggunakan Metode Vibrasi” dan didanai melalui skema hibah pada tahun 2023/2024 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2023/2024 dengan nomor hibah 50/R-LRI/XII/2023.

Yogyakarta, 26 Juni 2024

Penulis,



Zico Jayantara

Dosen Peneliti,



Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah Rabbil'Alamin*, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan hasil yang baik dan tepat waktu. Rasa bangga dan bahagia penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

Ibu dan ayah, Terima kasih sudah memberikan kasih dan sayang dari lahir sampai sekarang, terima kasih selalu percaya kepada saya dan mendukung setiap langkah yang saya jalani.

Tamang dan bini, terima kasih sudah memberikan kasih dan sayang dari lahir sampai sekarang. Adik saya, terima kasih telah banyak memberikan dukungan selama saya menjalani perkuliahan. Dan juga paman, bibi dan saudara – saudara saya terima kasih telah memberikan dukungan baik berupa materi dan moral selama masa study perkuliahan saya

Bapak Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang selalu mendukung dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga keberkahan selalu menyertai bapak sekeluarga.

Sahabat penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, *support*, dan kebaikan yang diberikan kepada penulis selama ini. Semoga kesuksesan adalah jalan berikutnya yang kita temui bersama.

Diri saya sendiri, Zico jayantara atas segala usaha serta semangat sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir hingga selesai.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh gaya tarik dan gaya tekan yang didapatkan dari hasil pemberian beban titik terhadap nilai frekuensi alami dan mengestimasi gaya aktual yang didapat dari nilai frekuensi alami dengan metode eksperimen dan analitik.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr.Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Muhammad Ibnu Syamsi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 2024

Zico Jayantara

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>2</b>
1.1    Latar Belakang .....	2
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Lingkup Penelitian .....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>3</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	3
2.1.1    Penelitian Terdahulu .....	3
2.2    Dasar Teori.....	27
2.2.1    Mekanika Getaran dan Gelombang.....	27
2.2.2    Frekuensi Alami Balok .....	28
2.2.3    Uji Tarik baja .....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1    Bahan atau Materi .....	34
3.1.1    Materi .....	34
3.1.2    Bahan.....	34
3.2    Alat.....	35
3.3    Tempat dan waktu pelaksanaan .....	40
3.4    Tahap Penelitian.....	41
3.4.1    Studi Literatur .....	42
3.4.2    Persiapan alat dan bahan .....	42

3.4.3	Pengujian Material .....	42
3.4.4	Setting Material ke Sistem Truss .....	42
3.4.5	Perhitungan Analitis.....	42
3.4.6	Pengujian Eksperimen.....	43
3.5	Analisis Data .....	43
<b>BAB IV</b>	<b>.....</b>	<b>46</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>.....</b>	<b>46</b>
4.1	Perhitungan Pengaruh Terhadap Gaya Aksial <i>Truss</i> dengan <i>Software</i> SAP2000.....	46
4.2	Uji Tarik Baja.....	48
4.3	Pengujian Nilai Frekuensi Alami Balok Baja Sistem Truss .....	49
4.3.1	Pengaruh Gaya Tarik Terhadap Frekuensi Alami pada Batang 1 dan Batang 2 Baja Sistem <i>truss</i> .....	49
4.3.2	Pengaruh Gaya Tekan Terhadap Frekuensi Alami Pada Batang 3 dan Batang 4 Baja Sistem <i>truss</i> .....	54
4.3.3	Prediksi Gaya Aksial Sistem <i>Truss</i> dengan Nilai Frekuensi Alami Ekperimen.....	60
<b>BAB V</b>	<b>.....</b>	<b>60</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>.....</b>	<b>60</b>
5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>xi</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Frekuensi alami balok kantilever diperoleh melalui pengujian, perhitungan teoritis dan FEM (Zhu dkk., 2020) .....	5
Tabel 2. 2 Parameter modal space truss girder hybrid PFRP-Aluminium diperoleh melalui pengujian dan FEM. (Zhu dkk 2020) .....	7
Tabel 2. 3 Perbandingan hasil solusi numerik dan hasil analisis modal eksperimen. (Kortis dkk., 2016) .....	9
Tabel 2. 4 Bentuk modus dan frekuensi natural yang diperoleh dari pemodelan struktur (Rastandi dkk., 2010).....	11
Tabel 2. 5 Perbandingan frekuensi alami yang diperoleh dari getaran paksa dan getaran bebas (Rastandi dkk., 2010) .....	13
Tabel 2. 6 Perbandingan frekuensi alami yang diukur dengan accelerometer dan vibrometer (Rastandi dkk., 2010).....	13
Tabel 2. 7 Rasio redaman jembatan berdasarkan uji dinamik (Rastandi dkk., 2010) .....	14
Tabel 2. 8 Nilai frekuensi alami dan rasio redaman hasil metode eksperimental (Al-Wazni dkk., 2018). .....	15
Tabel 2. 9 . Perbandingan nilai frekuensi alami hasil analitik numerik dan nilai frekuensi alami hasil metode eksperimental (Al-Wazni dkk., 2018).....	15
Tabel 2. 10 . Nilai frekuensi setelah dikalibrasi (Al-Wazni dkk., 2018). .....	16
Tabel 2. 11 Frekuensi dari perangkat lunak. (Stecak., 2021).....	17
Tabel 2. 12 Detail ukuran benda uji (Varughese dan El-Hacha., 2021) .....	18
Tabel 2. 13 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini .....	24
Tabel 2. 14 Nilai K (Stokey, 1998) .....	29
Tabel 4. 1 Hasil pengujian perhitungan pengaruh gaya aksial truss dengan software SAP2000.....	46
Tabel 4. 2 Hasil uji tarik baja .....	48
Tabel 4. 3 Hasil frekuensi alami batang 1 dan batang 2 baja sistem truss pengaruh pembebanan dengan metode eksperimen dan analitik .....	48
Tabel 4. 4 Hasil frekuensi alami batang 3 dan batang 4 baja sistem truss pengaruh pembebanan dengan metode eksperimen dan analitik .....	54

Tabel 4. 5 Perbandingan gaya aktual analisis SAP2000 denagn Prediksi gaya nilai Fn eksperimen .....	60
--	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram rangka ruang FRP-aluminium hibrida baru (a) tata letak struktural (b) Sistem sambungan (satuan: mm) (Zhu dkk., 2020) .....	3
Gambar 2. 2 Kurva regangan rata-rata beban pada bagian rangka batang (Zhu dkk., 2020) .....	4
Gambar 2. 3 Variasi yang diukur dari perubahan vertikal bagian batang bawah dengan meningkatnya beban (Zhu dkk., 2020).....	4
Gambar 2. 4 .Pengaturan uji getaran balok kantilever (Zhu dkk., 2020).....	5
Gambar 2. 5 Sinyal dari satu akselerometer (a) dalam domain waktu (b) dalam domain frekuensi untuk pancaran kantilever. (Zhu dkk., 2020) .....	5
Gambar 2. 6 .Empat bentuk mode pertama balok kantilever dinormalisasi ke deformasi maksimum dari pengujian, FEM dan perhitungan analitis. (Zhu dkk., 2020) .....	6
Gambar 2. 7 Sinyal dari satu akselerometer dalam domain waktu untuk gelagar rangka ruang angkasa hibrida. (Zhu dkk., 2020) .....	6
Gambar 2. 8 .Plot PSD untuk gelagar rangka ruang hibrida dalam domain frekuensi.....	6
Gambar 2. 9 Geometri struktur rangka baja dengan letak titik-titik yang diukur (Kortis dkk., 2016) .....	7
Gambar 2. 10 Langkah – langkah pengujian menggunakan akselerometer untuk mengukur respon struktur yang tereksitasi dengan modal hammer. (Kortis dkk., 2016) .....	8
Gambar 2. 11 Nilai frekuensi alami dari batang truss dari salah satu akselerometer yang terletak pada struktur. (Kortis dkk., 2016) .....	8
Gambar 2. 12 Estimasi frekuensi alami dari fungsi Respon frekuensi. (Kortis dkk., 2016) .....	8
Gambar 2. 13 rangka tipe balok dengan kisi diagonal. (Kirsanov dkk., 2021).....	10
Gambar 2. 14 Ketergantungan frekuensi pada jumlah meshing elemen, I – solusi numerik; II – penilaian analitis. (Kirsanov dkk., 2021) .....	10
Gambar 2. 15 Kesalahan estimasi Dunkerley (Kirsanov dkk., 2021).....	10
Gambar 2. 16 Ketergantungan frekuensi getaran pada ketinggian rangka. (Kirsanov dkk., 2021) .....	10

Gambar 2. 17 Model FE jembatan menggunakan SAP 2000 (Rastandi dkk., 2010)	11
Gambar 2. 18 Bentuk mode shape melintang pertama dan kedua; ((Rastandi dkk., 2010)	12
Gambar 2. 19 Bentuk mode shape vertikal pertama dan kedua (Rastandi dkk., 2010)	12
Gambar 2. 20 Bentuk mode shape puntir pertama (Rastandi dkk., 2010)	12
Gambar 2. 21 Bentuk mode shape puntir kedua (Rastandi dkk., 2010)	13
Gambar 2. 22 Geometri model jembatan Vierendeel diadopsi (Al-Wazni dkk., 2018).	14
Gambar 2. 23 Nilai frekuensi alami teknik Frequency Domain Decomposition (FDD) (Al-Wazni dkk., 2018).	15
Gambar 2. 24 Jembatan rangka yang digunakan untuk pengukuran dengan bentang 2,5 meter. (Stecak., 2021).	16
Gambar 2. 25 Data asli dan sinyal yang disaring dengan frekuensi yang dipilih. (Stecak., 2021).	17
Gambar 2. 26 nilai frekuensi alami yang terekam oleh alat akselerometer 0,01-4 Hz. (Stecak., 2021).	17
Gambar 2. 27 Respon akselerometer untuk sistem CBF dan SMA-BF. (Varughese dan El-Hacha., 2021).	18
Gambar 2. 28 Domain frekuensi dalam bidang untuk sistem CBF dan SMA-BF (Varughese dan El-Hacha., 2021).	18
Gambar 2. 29 Domain frekuensi di luar bidang sistem CBF dan SMA-BF. (Varughese dan El-Hacha., 2021).	19
Gambar 2. 30 Hubungan antara frekuensi alami pertama dan beban aksial (Nugroho dkk., 2014).	19
Gambar 2. 31 Hubungan antara frekuensi alami kedua dan beban aksial (Nugroho dkk., 2014)	20
Gambar 2. 32 . Hubungan sepertiga frekuensi natural dengan beban aksial (Nugroho dkk., 2014).	20
Gambar 2. 33 Perbandingan frekuensi alami hasil perhitungan analitik dan pemodelan numerik pada mode pertama. (Nugroho., 2018).	21

Gambar 2. 34 Perbandingan frekuensi alami hasil perhitungan analitik dan pemodelan numerik pada mode kedua. (Nugroho., 2018).	21
Gambar 2. 35 Perbandingan frekuensi alami hasil perhitungan analitik dan pemodelan numerik pada mode ketiga. (Nugroho, 2018).	21
Gambar 2. 36 Penyangga berjepit, panjang balok 101,2 cm (tarik) (Priyosulistyo dan Ferdina, 2014).	22
Gambar 2. 37 Penyangga berjepit, panjang balok 139,5 cm (tarik) (Priyosulistyo dan Ferdina, 2014)	22
Gambar 2. 38 Penyangga berjepit, panjang balok 101,2cm (kompresi) (Priyosulistyo dan Ferdina, 2014).	23
Gambar 2. 39 Penyangga berjepit, panjang balok 139,5 cm (kompresi) (Priyosulistyo dan Ferdina, 2014).	23
Gambar 2. 40 Contoh grafik amplitude dan frekuensi (Rahmansyah, 2023)	27
Gambar 2. 41 ASTM E8M	33
Gambar 2. 42 Grafik uji tarik baja (Rahman dan Kurniawan, 2022)	33
<u>Gambar 3. 1 Baja PSR persegi</u>	34
<u>Gambar 3. 2 Tumpuan Sendi</u>	35
<u>Gambar 3. 3 beban</u>	35
<u>Gambar 3. 4 Aplikasi Accelerometer meter</u>	36
<u>Gambar 3. 5 menu spectrum</u>	36
<u>Gambar 3. 6 Contoh benda uji</u>	36
<u>Gambar 3. 7 perletakan handphone dan contoh benda uji</u>	37
<u>Gambar 3. 8 pemilihan sumbu</u>	37
<u>Gambar 3. 9 proses pemberian getaran</u>	37
<u>Gambar 3. 10 pembacaan getaran</u>	38
<u>Gambar 3. 11 save data dengan format txt</u>	38
<u>Gambar 3. 12 microsoft exel</u>	38
<u>Gambar 3. 13 grafik frekuensi alami</u>	39
<u>Gambar 3. 14 Meteran rol</u>	39
<u>Gambar 3. 15 gerinda</u>	39
<u>Gambar 3. 16 Travo las</u>	40
<u>Gambar 3. 17 Mesin micro computer universal testing machine</u>	40

<u>Gambar 3. 18 Alur Penelitian</u> .....	41
<u>Gambar 3. 19 benda uji</u> .....	42
Gambar 4. 1 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 10 kg .....	46
Gambar 4. 2 d Nilai gaya tarik dan gaya tekan 20 kg .....	46
Gambar 4. 3 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 30 kg .....	47
Gambar 4. 4 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 40 kg .....	47
Gambar 4. 5 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 50 kg .....	47
Gambar 4. 6 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 60 kg .....	48
Gambar 4. 7 Nilai gaya tarik dan gaya tekan beban 70 kg .....	48
Gambar 4. 8 kondisi Baja sebelum uji tarik .....	49
Gambar 4. 9 kondisi baja setelah uji tarik .....	49
Gambar 4. 10 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 10 kg dengan metode eksperimen .....	48
Gambar 4. 11 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 20 kg dengan metode eksperimen .....	48
Gambar 4. 12 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 30 kg dengan metode eksperimen .....	49
Gambar 4. 13 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 40 kg dengan metode eksperimen .....	49
Gambar 4. 14 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 50 kg dengan metode eksperimen .....	49
Gambar 4. 15 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 60 kg dengan metode eksperimen .....	50
Gambar 4. 16 Hasil frekuensi alami batang 1 baja sistem truss pembebanan 70 kg dengan metode eksperimen .....	50
Gambar 4. 17 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 10 kg dengan metode eksperimen .....	50
Gambar 4. 18 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 20 kg dengan metode eksperimen .....	51
Gambar 4. 19 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 30 kg dengan metode eksperimen .....	51

Gambar 4. 20 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 40 kg dengan metode eksperimen .....	51
Gambar 4. 21 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 50 kg dengan metode eksperimen .....	52
Gambar 4. 22 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 60 kg dengan metode eksperimen .....	52
Gambar 4. 23 Hasil frekuensi alami batang 2 baja sistem truss pembebanan 70 kg dengan metode eksperimen .....	52
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan fn eksperimen dan fn analitik batang 1 .....	53
Gambar 4. 25 Grafik perbandingan fn eksperimen dan fn analitik batang 2 .....	53
Gambar 4. 26 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 10 kg dengan metode eksperimen .....	54
Gambar 4. 27 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 20 kg dengan metode eksperimen .....	54
Gambar 4. 28 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 30 kg dengan metode eksperimen .....	55
Gambar 4. 29 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 40 kg dengan metode eksperimen .....	55
Gambar 4. 30 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 50 kg dengan metode eksperimen .....	55
Gambar 4. 31 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 60 kg dengan metode eksperimen .....	56
Gambar 4. 32 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 70 kg dengan metode eksperimen .....	56
Gambar 4. 33 Hasil frekuensi alami batang 3 baja sistem truss pembebanan 10 kg dengan metode eksperimen .....	56
Gambar 4. 34 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 20 kg dengan metode eksperimen .....	57
Gambar 4. 35 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 30 kg dengan metode eksperimen .....	57
Gambar 4. 36 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 40 kg dengan metode eksperimen .....	57

Gambar 4. 37 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 50 kg dengan metode eksperimen .....	58
Gambar 4. 38 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 60 kg dengan metode eksperimen .....	58
Gambar 4. 39 Hasil frekuensi alami batang 4 baja sistem truss pembebanan 70 kg dengan metode eksperimen .....	58
Gambar 4. 40 Grafik perbandingan fn eksperimen dan fn analitik batang 3 .....	59
Gambar 4. 41 Grafik perbandingan fn eksperimen dan fn analitik batang 4 .....	59
Gambar 4. 42 Grafik perbandingan Prediksi gaya dengan nilai Fn eksperimen dan Gaya aktual SAP2000 batang 1.....	60
Gambar 4. 43 Grafik perbandingan Prediksi gaya dengan nilai Fn eksperimen dan Gaya aktual SAP2000 batang 2.....	60
Gambar 4. 44 Grafik perbandingan Prediksi gaya dengan nilai Fn eksperimen dan Gaya aktual SAP2000 batang 3.....	61
Gambar 4. 45 Grafik perbandingan Prediksi gaya dengan nilai Fn eksperimen dan Gaya aktual SAP2000 batang 4.....	61



## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
F	$[ML^2T^{-2}]$	Gaya
$f_n$	Hz	Frekuensi alami
E	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$	Modulus Young ( $N/mm^2$ )
I	$[M][L]^2$	Inersia ( $m^4$ )
g	$[M]^{-1}[L]^3[T]^{-2}$	gravitasi ( $m/s$ )
$\gamma$	$[M][L]^{-3}$	massa jenis ( $kg/m^3$ )
S	$[L^3]$	luas penampang ( $m^2$ )