

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS**  
**JEMBATAN PELENGKUNG PIPA BAJA DENGAN METODE DESAIN**  
**FAKTOR BEBAN KETAHANAN (DFBK) PADA JEMBATAN PASOPATI**  
**KOTA MADIUN**

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Program Skripsi*  
*Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**  
**Nuki Tri Susanto**  
**15.21.003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS**  
**JEMBATAN PELENGKUNG PIPA BAJA DENGAN METODE DESAIN**  
**FAKTOR BEBAN KETAHANAN (DFBK) PADA JEMBATAN PASOPATI**  
**KOTA MADIUN**

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Program Skripsi*  
*Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**  
**Nuki Tri Susanto**  
**15.21.003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN PELENGKUNG PIPA BAJA DENGAN METODE DESAIN  
FAKTOR BEBAN KETAHANAN (DFBK) PADA JEMBATAN PASOPATI  
KOTA MADIUN**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)  
Institut Teknologi Nasional Malang*


**Disusun Oleh :**

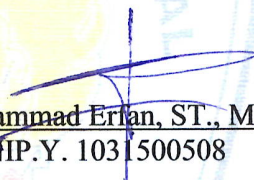
**NUKI TRI SUSANTO**  
**15.21.003**

**Disetujui Oleh :**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


  
**Ir. A. Agus Santosa, MT**  
**NIP.Y. 1018700155**

  
**Mohammad Erlan, ST., MT**  
**NIP.Y. 1031500508**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang



  
**Ir. I Wayan Mundra, MT**  
**NIP.Y.1018700150**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN PELENGKUNG PIPA BAJA DENGAN METODE DESAIN  
FAKTOR BEBAN KETAHANAN (DFBK) PADA JEMBATAN PASOPATI  
KOTA MADIUN**

**Telah disetujui oleh Dosen Penguji dan Diterima  
Tugas Akhir ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal ... Februari 2020 dan Diterima  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil S-1**

**Disusun oleh :**

**NUKI TRI SUSANTO**

**15.21.003**

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

**Ir. Ester Priskasari, MT**  
**NIP.Y. 1039400265**

**Ir. Sudirman Indra, M.Sc**  
**NIP.Y. 1018300054**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1**

**Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1**



**Ir. FWayan Mundra, MT**  
**NIP.Y.1018700150**

**Mohammad Erfan, ST., MT**  
**NIP.Y. 1031500508**

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

## **LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nuki Tri Susanto  
NIM : 15.21.003  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN PELENGKUNG PIPA BAJA DENGAN METODE DESAIN  
FAKTOR BEBAN KETAHANAN (DFBK) PADA JEMBATAN PASOPATI  
KOTA MADIUN**

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 disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam 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 diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 2022

Yang membuat pernyataan

Nuki Tri Susanto  
15.21.003

## LEMBAR PERSEMBAHAN



*Segala Puji bagi Allah SWT. Untuk yang telah diberikan berupa kesehatan, lalu cinta dan karunianya. Tidak lupa shalawat dan salam telimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW.*

*Ini kupersembahkan kepada orang – orang yang sangat kusayangi.*

### *Ibunda dan Ayahanda tersayang*

*Tidak lupa bersyukur pada Allah SWT. Karena telah diturunkan 2 malaikat tak bersayap dalam hidup saya, yaitu kedua orang tua yang selalu memberi semangat, kasih sayang serta do'a disetiap langkah yang kuambil. Karena mereka juga saya akhirnya menyanggah gelar sarjana.*

### *Orang terkasih*

- Untuk istri terkasih Rizki Putri ANdriani, S.AP

### *Teman – Teman*

- Untuk temen - temen “Klak-Klak”
- Teman-teman Progam Studi Teknik Sipil (S-1) Angkatan 2015

## ABSTRAK

**NUKI TRI SUSANTO.** Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pelengkung Pipa Paja Dengan Metode Desain Faktor Beban Ketahanan (DFBK) Pada Jembatan Pasopati Kota Madiun. (Ir. A. Agus Santosa, MT., MT dan Mohammad Erfan, ST., MT)

---

Jembatan Pelengkung merupakan suatu struktur jembatan yang elemen strukturnya melengkung sepanjang bentang jembatan. Jembatan tipe Pelengkung baik untuk jembatan dengan bentang sedang karena panjang elemen yang pendek mengakibatkan pengurangan resiko tekuk pada rangka.

Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk merencanakan suatu alternatif perencanaan struktur atas jembatan baja tipe Pelengkung pada jembatan sungai bengawan Kota Madiun. Dalam hal ini perencanaan menggunakan metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) dan untuk pemodelannya menggunakan bantuan program bantu SAP 2000 V19.

Struktur bangunan atas jembatan tipe Pelengkung terdiri atas beberapa bagian utama yaitu gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, ikatan angin atas, ikatan angin bawah, gelagar pengaku, trotoir, lantai kendaraan dan perletakan elastomer yang membentuk satu kesatuan yang kaku sehingga aman dan nyaman dalam berlalulintas diatas jembatan. Adapun hasil dari perencanaan dan analisa yang diperoleh, struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil WF 350 x 175 x 7 x 11 (gelagar memanjang), WF 700 x 300 x 15 x 28 (gelagar melintang), WF 400 x 400 x 13 x 21 (gelagar induk), Pipa Ø0,6 m (pelengkung), Pipa Ø0,3 m (ikatan angin).

**Kata Kunci :** Struktur Atas, Jembatan, Jembatan Pelengkung, Pelengkung Pipa Baja, SAP 2000



## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang sudah memberikan kekuatan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada :

- 1) Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang
- 2) Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- 3) Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
- 4) Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Pembimbing Tugas Akhir I
- 5) Mohammad Erfan, ST., MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir II
- 6) Ir. Ester Prikasari, MT selaku Penguji Tugas Akhir I
- 7) Ir. Sudirman Indra, M.Sc. selaku Penguji Tugas Akhir II
- 8) Kedua orang tua penulis serta segenap keluarga besar yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat luar biasa bagi penulis.
- 9) Rizki Putri Andriani, S.AP sebagai istri yang selalu mendukung dan menemani.
- 10) Teman-teman yang telah memberikan doa dan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, 2022  
Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Perencanaan .....	3
1.6 Kegunaan Hasil Perencanaan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Jembatan Secara Umum.....	5
2.1.1 Macam-macam Jembatan .....	5
2.1.2 Tipe-tipe Jembatan Baja .....	6
2.1.3 Jembatan Baja Pelengkung.....	10
2.2 Material Baja .....	15
2.3 Teori DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) .....	18
2.4 Pembebanan Pada Jembatan.....	18
2.4.1 Beban Primer .....	19
2.4.2 Beban Skunder .....	24

2.4.3	Kombinasi Pembebanan .....	26
2.5	Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pelengkung .....	26
2.5.1	Perencanaan Plat Lantai .....	26
2.5.2	Struktur komposit .....	28
2.5.3	Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang ....	30
2.5.4	Perencanaan Gelagar Induk .....	36
2.5.5	Ikatan Angin .....	41
2.6	Perencanaan Sambungan .....	41
2.6.1	Sambungan Baut .....	43
2.7	Perletakan elastomer .....	46
<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN .....</b>		<b>49</b>
3.1	Data Perencanaan Jembatan .....	49
3.1.1	Data Struktur Jembatan .....	49
3.1.2	Data Material .....	49
3.1.3	Data Pembebanan .....	49
3.2	Lokasi Perencanaan .....	51
3.3	Gambar Rencana Jembatan .....	51
3.4	Diagram Alir Metodologi / <i>Flow Chart</i> .....	53
<b>BAB IV PERHITUNGAN .....</b>		<b>57</b>
4.1	Analisa Pembebanan .....	57
4.1.1	Beban Pada Plat Lantai Kendaraan .....	57
4.1.2	Beban Plat Trotoar .....	57
4.1.3	Perhitungan Statika Menggunakan SAP2000 V19 .....	60
4.2	Perhitungan Penulangan Plat .....	62
4.2.1	Plat Lantai Kendaraan (Tumpuan) .....	62
4.2.2	Plat Lantai Kendaraan (Lapangan) .....	68
4.3	Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang .....	72
4.3.1	Perhitungan perataan beban gelagar .....	72
4.3.2	Perencanaan Gelagar Memanjang .....	77
4.3.3	Perencanaan Gelagar Melintang .....	98
4.4	Perencanaan Gelagar Induk .....	121
4.4.1	Perhitungan Pembebanan .....	121

4.4.2	Perhitungan Statika.....	128
4.4.3	Pendimensian Batang .....	128
4.4.4	Batang Penggantung.....	132
4.4.5	Batang Melintang .....	134
4.4.6	Batang Ikatan Angin.....	140
4.5	Perencanaan Sambungan.....	144
4.5.1	Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang .....	144
4.5.2	Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk 148	
4.5.3	Perhitungan Sabungan Kabel Pada Gelagar Induk.....	154
4.6	Perencanaan Perletakan Elastomer.....	159
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>234</b>
5.1	Kesimpulan.....	234
5.2	Saran.....	235
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>235</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>235</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan balok.....	7
Gambar 2.2 Jembatan baja dinding penuh.....	7
Gambar 2.3 Jembatan rangka.....	7
Gambar 2.4 Tipe jembatan rangka.....	8
Gambar 2.5 Jembatan rangka menerus.....	8
Gambar 2.6 Jembatan kantilever.....	9
Gambar 2.7 Jembatan lengkung.....	9
Gambar 2.8 Jembatan gantung.....	9
Gambar 2.09 Bagian – bagian struktur atas jembatan rangka baja.....	13
Gambar 2.10 Profil baja.....	15
Gambar 2.11 Kurva hubungan tegangan ( $f$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ).....	16
Gambar 2.12 Kurva hubungan tegangan ( $f$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) (diperbesar).....	16
Gambar 2.13 Beban Lajur “D”.....	21
Gambar 2.14 Pembebanan Truk “T” (500 kN).....	22
Gambar 2.15 Grafik faktor Beban Dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur “D”.....	23
Gambar 2. 16 <i>steel deck</i> union new floor deck w-1000.....	26
Gambar 2.17 Macam-macam <i>Shear Connector</i> .....	27
Gambar 2.18 Bentuk Penampang Struktur Beton Bertulang dengan <i>Steel Deck</i> ..	28
Gambar 2.19 Macam-macam struktur komposit beton dengan baja.....	29
Gambar 2.20 Distribusi Tegangan Plastis Pada Kekakuan Momen.....	30
Gambar 2.21 Distribusi Tegangan Plastis Pada Kekakuan Momen.....	33
Gambar 2.22 Perencanaan Shear Conector.....	35
Gambar 2.23 Penampang batang Tarik.....	38
Gambar 2.24 Perletakan Bantalan Elastomer Pada Jembatan.....	46
Gambar 2.25 Bantalan Elastomer.....	46
Gambar 3.1 Detail kemiringan aspal lantai kendaraan.....	50
Gambar 3.2 Peta Lokasi Jembatan Pasopati.....	51
Gambar 3.3 Alternatif perencanaan jembatan tipe Pelengkung.....	51
Gambar 3.4 Potongan Melintang jembatan Pelengkung.....	52
Gambar 4.1 Kondisi Pembebanan 1.....	60
Gambar 4.2 Hasil gambar bidang momen kondisi 1 pada Sap2000.....	60
Gambar 4.3 Kondisi Pembebanan 2.....	60
Gambar 4.4 Hasil gambar bidang momen kondisi 2 pada Sap2000.....	60
Gambar 4.5 Kondisi Pembebanan 3.....	61
Gambar 4.6 Hasil gambar bidang momen kondisi 3 pada Sap2000.....	61
Gambar 4.7 Pemisalan Garis netral plat pada daerah tumpuan.....	63

Gambar 4.8 Pemisalan Garis netral baru plat pada daerah tumpuan .....	64
Gambar 4.9 Pemisalan Garis netral baru plat pada daerah tumpuan .....	69
Gambar 4.10 Denah perataan beban lantai kendaraan dan trotoar.....	72
Gambar 4. 11 Perataan beban tipe A.....	73
Gambar 4. 12 Perataan beban tipe B .....	74
Gambar 4. 13 Perataan beban tipe C.....	75
Gambar 4.14 Perataan beban tipe D.....	76
Gambar 4.15 Perataan beban gelagar tepi untuk beban mati .....	78
Gambar 4.16 Perataan beban gelagar tengah untuk beban mati .....	78
Gambar 4.17 Perataan beban gelagar tepi untuk beban “D” BTR.....	80
Gambar 4.18 Perataan beban gelagar tengah untuk beban “D” BTR .....	80
Gambar 4. 19 Faktor Beban Dinamis untuk Beban Lajur “D” .....	81
Gambar 4.20 Perataan beban gelagar tepi untuk beban “D” BGT.....	82
Gambar 4. 21 Perataan beban gelagar tengah untuk beban “D” BGT .....	82
Gambar 4.22 Pembebanan yang di terima gelagar tepi.....	83
Gambar 4.23 Pembebanan yang di terima gelagar tengah.....	84
Gambar 4.24 Penampang gelagar memanjang.....	85
Gambar 4.25 Letak garqis netral inersia komposit .....	88
Gambar 4.26 Diagram tegangan regangan gelagar memanjang komposit .....	89
Gambar 4.27 Pembebanan untuk lendutan gelagar memanjang .....	94
Gambar 4.28 Letak titik berat gelagar memanjang.....	94
Gambar 4.29 Momen maksimum gelagar memanjang .....	95
Gambar 4.30 Perataan beban akibat berat trotoar .....	98
Gambar 4.31 Perataan beban akibat berat lantai kendaraan .....	99
Gambar 4.32 Perataan beban gelagar melintang untuk pemerataan beban tipe “D” BTR.....	101
Gambar 4. 33 Faktor Beban Dinamis untuk Beban Lajur “D” .....	102
Gambar 4.34 Perataan beban gelagar melintang untuk pemerataan beban tipe “D” BGT.....	102
Gambar 4.35 Kondisi pembebanan 1 .....	104
Gambar 4.36 Kondisi pembebanan 2 .....	104
Gambar 4.37 Kondisi pembebanan 3 .....	104
Gambar 4.38 Kondisi pembebanan 4 .....	105
Gambar 4.39 Kondisi pembebanan 5 .....	105
Gambar 4.40 Kondisi pembebanan 6 .....	106
Gambar 4.41 Penampang gelagar melintang .....	107
Gambar 4.42 Letak garqis netral inersia komposit .....	109
Gambar 4.43 Diagram tegangan regangan gelagar melintang komposit.....	111
Gambar 4.44 Pembebanan untuk lendutan gelagar melintang.....	116
Gambar 4.45 Letak titik berat gelagar melintang.....	117
Gambar 4.46 Momen maksimum gelagar melintang.....	117
Gambar 4.47 Skema pembebanan angin pada kendaraan.....	122
Gambar 4.48 Skema pembebanan angin pada kabel.....	123

Gambar 4.49 Penampang kabel penggantung .....	123
Gambar 4.50 Luas beban yang terkena angin pada kabel .....	124
Gambar 4.51 Batang Atas .....	128
Gambar 4.52 Batang Penggantung .....	132
Gambar 4.53 Kabel penggantung dyform 6 rope grade 2160 gal $\Phi$ 26 mm .....	133
Gambar 4.54 Batang Melintang .....	134
Gambar 4.55 Batang Ikatan Angin .....	140
Gambar 4.56 Sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang pada node 79 .....	144
Gambar 4.57 sambungan gelagar memanjang – gelagar melintang .....	147
Gambar 4.58 Detail sambungan gelagar memanjang – gelagar melintang .....	148
Gambar 4.59 Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk pada node 80 ..	149
Gambar 4.60 sambungan gelagar gelagar melintang – gelagar induk .....	152
Gambar 4.61 sambungan gelagar gelagar melintang – gelagar induk .....	153
Gambar 4.62 Profil WF .....	155
Gambar 4.63 Detail Sambungan Kabel pada gelagar induk .....	159
Gambar 4.64 Geometri bantalan elastomer .....	162
Gambar 4.65 Lapisan Elastomer .....	162

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanis baja struktural.....	17
Tabel 2.2 Sifat mekanis baja tulangan .....	17
Tabel 2.3 Berat Isi Beban Mati .....	19
Tabel 2.4 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri.....	19
Tabel 2.5 Faktor beban untuk beban mati tambahan .....	20
Tabel 2.6 Faktor Beban untuk beban Lajur “D” .....	21
Tabel 2.7 Faktor Beban Truk “T” .....	22
Tabel 2.8 Faktor beban akibat beban pejalan kaki.....	24
Tabel 2.9 Tekanan angin dasar ( $P_B$ ) untuk berbagai sudut serang.....	25
Tabel 2.10 Komponen beban angin yang bekerja pada kendaraan .....	26
Tabel 2.11 Kombinasi pembebanan.....	25
Tabel 2.12 Diameter baut standar ASTM dan ISO pada jembatan.....	42
Tabel 2.13 Sifat mekanik baut .....	42
Tabel 2.14 Dimensi lubang nominal baut (mm) .....	42
Tabel 4.1 Hasil perhitungan momen maksimum menggunakan SAP2000 .....	61
Tabel 4.2 Kesimpulan pembebanan gelagar memanjang.....	83
Tabel 4.3 perhitungan nilai inersia komposit.....	89
Tabel 4.4 Kesimpulan pembebanan gelagar melintang .....	103
Tabel 4.5 perhitungan nilai inersia komposit.....	111
Tabel 4.6 Kabel dan gelagar induk .....	124
Tabel 4.7 Mencari $F_a$ .....	125
Tabel 4.8 mencari $F_v$ .....	126
Tabel 4.9 Analisa gaya batang atas .....	129
Tabel 4.10 Gaya batang pada batang penggantung.....	132
Tabel 4.11 Gaya batang pada batang melintang .....	134
Tabel 4.12 Gaya batang ikatan angin.....	140