

**STUDI EKSPERIMENTAL DAN ANALISA PENGARUH SAMBUNGAN
EKSENTRIS PADA STRUKTUR RANGKA ATAP MENGGUNAKAN**

5

PROFIL BAJA RINGAN

624.250 7

Muh

S

C-132121

2013



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar

Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

R 22/08/13
23000

Oleh :

MUHAMMAD SHOBIRIN

93091001070

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE

Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2013

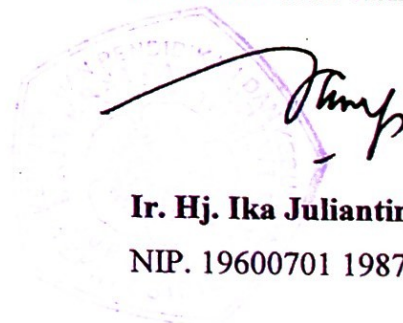
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD SHOBIRIN
NIM : 03091001070
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL DAN ANALISA PENGARUH
SAMBUNGAN EKSENTRIS PADA STRUKTUR RANGKA
ATAP MENGGUNAKAN PROFIL BAJA RINGAN

Palembang, September 2013

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



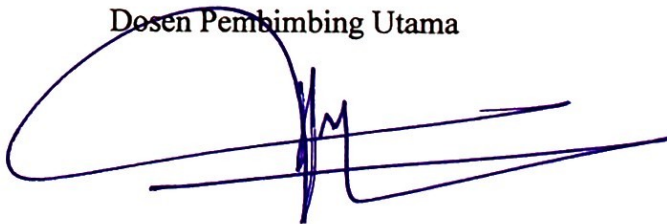
Ir. Hj. Ika Juliantina, MS.

NIP. 19600701 198710 2 001

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD SHOBIRIN
NIM : 03091001070
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL DAN ANALISA PENGARUH
SAMBUNGAN EKSENTRIS PADA STRUKTUR RANGKA
ATAP MENGGUNAKAN PROFIL BAJA RINGAN

Dosen Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff M.SCE
NIP. 19621028 198903 1 002

Palembang, September 2013

Dosen Pembimbing Pembantu



Ir. H. Yakni Idris, M.SC, MSCE
NIP. 19581211 198703 1 002

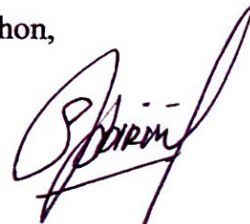
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD SHOBIRIN
NIM : 03091001070
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL DAN ANALISA PENGARUH
SAMBUNGAN EKSENTRIS PADA STRUKTUR RANGKA
ATAP MENGGUNAKAN PROFIL BAJA RINGAN

Palembang, September 2013

Pemohon,



MUHAMMAD SHOBIRIN

NIM. 03091001070

ABSTRAK

Baja ringan merupakan salah satu material konstruksi yang sedang berkembang di dunia. Material konstruksi ini banyak digunakan dalam konstruksi rangka atap. Dengan menggunakan material ini, dapat menjadi sebuah solusi ekonomi. Hal ini berdasarkan kekuatan material tersebut yang dibandingkan dengan harganya yang relatif murah. Selain akan keunggulan material dengan harga yang murah, material baja ringan juga memiliki berat yang ringan. Dengan profil baja ringan yang tipis, banyak kegagalan yang dapat terjadi pada material tersebut. Pekerjaan pemasangan di lapangan sering terjadi perbedaan dalam pemasangan sambungan yang tidak sentris sehingga tidak sesuai dengan perencanaan. Hal ini yang mendasari untuk melakukan penelitian.

Penelitian ini menggunakan hasil pengujian dari laboratorium. Dalam pengujian laboratorium menggunakan model struktur eksentris yang akan di bebani oleh tiga titik pembebanan yang berguna untuk mendapatkan beban ultimit yang dapat di tahan pada masing-masing model struktur. Pengujian model struktur akan menggunakan uji tekan di mana pembebanan akan diletakkan pada tiga titik batang atas. Model Struktur dengan bentang 6 m dan tinggi 2,106 m, akan di uji seberapa besar beban ultimit yang akan di tahan oleh sturktur tersebut. Penelitian ini akan dibandingkan dengan model struktur sentris yang telah dilakukan pengujian sebelumnya. Pengujian ini akan dilakukan berdasarkan analisis program dan analisis perhitungan.

Penelitian ini menghasilkan bahwa eksentrisitas pada sambungan mempengaruhi terhadap struktur rangka atap. Struktur rangka sentris lebih kuat 16,506% dibandingkan struktur rangka eksentris dalam menahan beban. Kegagalan tidak terjadi pada sambungan melainkan kegagalan terjadi pada batang-batang atas yang mengalami tekuk lokal.

Kata kunci : Rangka, baja ringan, tekuk

ABSTRACT

Light steel construction material is one that is being developed in the world. This construction material is widely used in roof truss construction. This material can be an economic solution based on the material's strength compared to the relatively cheap price. In addition to material advantage with low prices, light steel material has also a light weight. Light steel has a very thin profile section that may cause a lot of failures that can occur in the material. Error often occurs in installation process that leads to eccentricity in connection. This study is conducted to analyze the effect of the eccentricity that occur in roof truss system.

This study uses the results of laboratory testing. In laboratory tests a model of eccentric structures that used will be loaded by three-point loading used to get the ultimate load which can be resisted by each of the model structures. the compression test will be performed where the loading will be placed at three joints on the top side of structure. Structural models with span 6 m and 2,106 m height, will give the value of ultimate loading can be resisted by the structures. This result of this study will be compared with the centric model structure that has been tested before. This result of the comparison will be compared with the analysis based on computer program.

This study showed that the eccentricity in the joint influence the strength of roof truss structure. Centric roof truss structure is 16,506% stronger compared to the eccentric structure. No joint failure occurs in this test. The structure failed due to local buckling caused by compression.

Keywords: Truss, light steel, buckling

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis selalu panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Selama pengerjaan tugas akhir penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sangat besar kepada :

1. Mama dan Papa yang telah memberikan perhatian dan doa yang luar biasa secara moril dan materil,
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.SCE selaku Dosen Pembimbing Utama,
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.SC, M.SCE selaku Pembimbing Kedua,
4. Bapak Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik,
5. Ibu Ir. H. Ika Juliantina, M.S selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
6. Rekan-Rekan satu tim Tugas Akhir Budi, Febi, Kiki, Hendra, Agung yang telah membantu dan berbagi suka duka dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir,
7. Ayuk Sintya dan rekan-rekan mahasiswa yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam menyusun laporan ini yang tidak dapat disebut satu persatu,
8. Almamaterku Universitas Sriwijaya.

Mengingat kurangnya pengalaman dalam menulis tugas akhir ini, penulis sadari dalam penyusunan tugas akhir ini banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun untuk kesempurnaan dari tugas akhir ini.

Akhir kata dengan segala kekurangan dan keterbatasan, kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak-pihak yang memerlukannya.

Indralaya, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NO. DAFTAR : 132121

TANGGAL : 19 SEP 2013

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGAJUAN	iv
ABSTRAK.....	v
.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Struktur Rangka Batang	7
2.2 Batang Tarik	7
2.3 Batang Tekan.....	8
2.4 Baja Ringan.....	11
2.5 Struktur Atap Sentris dan Eksentris	13
2.6 Sambungan	13
BAB III	16
METODE PENELITIAN	16
3.1 Umum.....	16
3.2 Persiapan Benda Uji	16
3.3 Peralatan Penelitian.....	17

3.4	Pengujian.....	22
BAB IV	25
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Umum.....	25
4.2	Analisis	25
4.2.1	Analisis berdasarkan program LUSAS versi 14.....	25
4.2.2	Analisis Berdasarkan SAP 2000	29
4.2.3	Analisis berdasarkan BS 5950 Part 5.....	29
4.2.3.1	Kapasitas Desain pada Profil.....	30
4.2.3.2	Kapasitas Beban Tekan (<i>Axial Compressive Capacity</i>).....	32
4.2.3.3	Kapasitas Tarik Aksial (<i>Axial Tensile Capacity</i>).....	34
4.2.3.4	Kapasitas Geser (<i>Shear Capacity</i>).....	35
4.3	Sistem Rangka Atap.....	35
4.3.1	Menentukan Jarak antar join	35
4.4	Pengecekan Setiap Simpul Pada Sambungan	41
4.5	Hasil Penelitian.....	43
4.5.1	Hubungan beban dan defleksi	44
4.6	Pembahasan.....	47
4.6.1	Beban dan Defleksi.....	47
4.6.2	Kapasitas Struktur pada Batang.....	52
4.6.3	Kapasitas Struktur pada Sambungan	53
BAB V	54
KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Flow Chart Sistematika Penulisan.....	5
Gambar 2.1 Tipe – tipe rangka atap	7
Gambar 2.2 Kegagalan akibat tekuk lokal	10
Gambar 2.3 Kegagalan akibat tekuk elastis dari arah vertikal dan horizontal	10
Gambar 2.4 Kegagalan akibat tekuk torsi	11
Gambar 2.5 Tek Screw.....	14
Gambar 2.6 Struktur rangka eksentris.....	14
Gambar 2.7 Detail simpul	15
Gambar 3.1 Profil <i>Cannal</i>	16
Gambar 3.2 Benda Uji Struktur Rangka Eksentris	17
Gambar 3.3 Kepingan Baja	17
Gambar 3.4 Timbangan.....	18
Gambar 3.5 Penggantung Beban	18
Gambar 3.6 Besi penjepit	19
Gambar 3.7 Penyangga	19
Gambar 3.8 Jangka Sorong	20
Gambar 3.9 Data Loger.....	20
Gambar 3.10 LVDT	21
Gambar 3.11 Perletakkan LVDT	21
Gambar 3.12 Gear Pemotong	21
Gambar 3.13 Diagram alir pengujian.....	23
Gambar 3.14 Diagram alir pengerjaan tugas akhir	24
Gambar 4.1 Permodelan struktur rangka atap dalam program LUSAS	26
Gambar 4.2 Kontur deformasi untuk beban 100 Kg	26
Gambar 4.3 Kontur deformasi untuk beban 950 Kg	27
Gambar 4.4 Deformasi struktur eksentris	27
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara beban-defleksi di titik H.....	27
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara beban-defleksi di titik J	28
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara beban dan defleksi di titik L	28
Gambar 4.8 Dimensi profil dan label elemen profil.....	30
Gambar 4.9 Jarak antar joint pada kuda-kuda.....	35
Gambar 4.10 Penamaan joint dan batang serta perletakan beban pada rangka atas ..	36
Gambar 4.11 Permodelan dengan pembebanan 320 kg per joint.....	37

Gambar 4.12 Diagram Momen pada desain mode	37
Gambar 4.13 Diagram Aksial pada desain model	37
Gambar 4.14 Pengecekan keamanan struktur	38
Gambar 4.15 Pemodelan pembebanan 180 kg per joint.....	43
Gambar 4.16 Diagram momen	43
Gambar 4.17 Diagram Aksial.....	44
Gambar 4.18 Pengecekan keamanan struktur	44
Gambar 4.19 Grafik hubungan beban dan defleksi struktur eksentris	45
Gambar 4.20 Grafik hubungan beban dan defleksi pada LVDT 1 dan kurva regresinya.....	45
Gambar 4.21 Grafik hubungan beban dan defleksi pada LVDT 2 dan kurva regresinya.....	46
Gambar 4.22 Grafik hubungan beban dan defleksi pada LVDT 3 dan kurva regresinya.....	46
Gambar 4.23 Grafik Hubungan LVDT 1	47
Gambar 4.24 Grafik Hubungan LVDT 2	48
Gambar 4.25 Grafik Hubungan LVDT 3	48
Gambar 4.26 Grafik hubungan struktur rangka sentris dan struktur rangka eksentris pada LVDT 1	50
Gambar 4.27 Grafik hubungan struktur rangka sentris dan struktur rangka eksentris pada LVDT 2	50
Gambar 4.28 Grafik hubungan struktur rangka sentris dan struktur rangka eksentris pada LVDT 3	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabulasi momen Inersia berdasarkan lebar efektif pada profil.....	31
Tabel 4.2 Tabulasi Gaya Batang	36
Tabel 4.4 Persentase selisih beban antara Struktur eksentris program dan struktur eksentris laboratorium	49
Tabel 4.5 Persentase selisih beban antara Struktur eksentris program dan struktur eksentris laboratorium	51
Tabel 4.6 Perbandingan kapasitas tekuk pada struktur eksentris	52
Tabel 4.7 Perbandingan Pengecekan Tegangan Baut	53

BAB I

PENDAHULUAN



Baja ringan merupakan salah satu material konstruksi yang sedang berkembang di dunia. Material konstruksi ini banyak digunakan dalam konstruksi rangka atap. Dengan menggunakan material ini, dapat menjadi sebuah solusi ekonomi. Hal ini berdasarkan kekuatan material tersebut yang dibandingkan dengan harganya yang relatif murah. Selain akan keunggulan material dengan harga yang murah, material baja ringan juga memiliki berat yang ringan. Sehingga pada bidang pengangkutan baja ringan tidak diperlukan alat berat untuk mengangkut material tersebut seperti halnya baja konvensional.

Pada struktur rangka atap yang menggunakan baja ringan, banyak hal yang menarik untuk di bahas. Dengan profil baja ringan yang tipis, banyak kegagalan yang dapat terjadi pada material tersebut. Pekerjaan pemasangan di lapangan sering terjadi perbedaan terhadap yang direncanakan. Salah satu perbedaan adalah pemasangan sambungan yang tidak sentris sehingga tidak sesuai dengan perencanaan. Hal ini yang mendasari untuk melakukan penelitian. Penelitian ini menggunakan hasil pengujian dari laboratorium.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh sambungan eksentris pada struktur rangka atap. Dengan eksentrisitas yang telah ditentukan, penelitian ini dilakukan untuk menemukan dampak yang terjadi akibat eksentrisitas yang terjadi. Selain dari menentukan dampak kegagalan yang dapat terjadi, penelitian ini juga dilakukan untuk membandingkan analisa pada program dengan hasil dari laboratorium. Pembebanan akan dilakukan secara *semi-continues* dengan pembebanan manual yang menggunakan kepingan baja dengan berat interval ± 10 kg—15kg.

1.1 Latar Belakang

Konstruksi struktur baja ringan telah banyak digunakan dan diaplikasikan dalam kehidupan masyarakat. Material baja ringan memiliki keunggulan dengan material yang ringan dan efisien dalam pemasangan dan pengangkutan, sehingga material tersebut dapat menjadi suatu kemudahan dalam pembangunan-

pembangunan dalam hal pekerjaan yang cepat dan efisien. Baja ringan tidak hanya untuk pembangunan rangka atap tetapi dapat juga berupa bangunan gedung sekolah, masjid, rumah sakit dan lain-lain. Dalam hal ini, pembangunan baja ringan di khususkan untuk rangka atap.

Material baja ringan lebih efisien penggunaannya karena material kayu yang saat ini sulit untuk didapatkan dan memiliki harga yang relatif mahal, maka material baja ringan adalah pilihan yang tepat dalam pembangunan konstruksi. Material baja ringan memiliki keunggulan dibandingkan dengan material kayu yaitu mempunyai beban yang ringan, pengerjaan yang mudah dan cepat, tahan akan korosi dan kualitas material yang bersifat tidak membesarkan api. Sedangkan pada material kayu memiliki berat yang besar dan pelaksanaan pemasangannya sulit jadi memerlukan lebih banyak pekerja. Sehingga material baja ringan memiliki keunggulan yang lebih banyak dibandingkan material kayu.

Material baja ringan memiliki kelemahan dengan bentuk profil yang tipis, dimana pada baja ringan kegagalan akan terjadi akibat tekuk dan defleksi. Tekuk ialah hal yang harus diperhatikan, jika pada struktur baja mengalami tekuk, maka struktur akan terjadi keruntuhan yang menyebabkan profil pada baja ringan tersebut tidak dapat menahan beban yang lebih besar daripada beban sebelumnya. Apabila struktur mengalami defleksi maka struktur tersebut dapat menimbulkan momen inersia yang dapat mempengaruhi besarnya lendutan yang akan terjadi.

Salah satu yang dapat mempengaruhi kekuatan pada struktur rangka atap adalah beban eksentris. Apabila beban bekerja eksentris atau tidak bekerja pada pusat berat penampang melintang maka distribusi tegangan yang timbul tidak akan merata. Pada penelitian yang akan dilakukan di laboratorium, eksentrisitas yang dimaksud adalah eksentrisitas sambungan. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh sambungan eksentris pada struktur rangka atap yang menggunakan profil baja ringan dengan tipe *Howe*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui letak kegagalan yang terjadi akibat sambungan eksentris pada struktur rangka atap.
2. Untuk membandingkan daya dukung yang dapat ditahan oleh stuktur rangka sentris dan struktur rangka eksentris.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Panjang bentang rangka kuda-kuda adalah 6.00 m, karena jika bentang kuda-kuda kurang dari 4.00 m maka tidak diperlukan struktur kuda-kuda.
2. Profil yang digunakan adalah profil C 75 x 32,8 x 0.82.
3. Spesifikasi material berdasarkan spesifikasi pabrik.
4. Tipe rangka yang digunakan adalah rangka baja ringan yang eksentris dengan tipe *howe*.
5. Jarak eksentrisitas sambungan yang ditentukan adalah 15 cm.
6. Kemiringan atap yang ditentukan adalah 35° karena pada umumnya kemiringan atap yang menggunakan genteng berkisar antara 30° - 50° dan lebih besar sama dengan 10° jika menggunakan asbes dan seng bergelombang.
7. Alat sambung yang digunakan adalah *tekscrew*.
8. Diasumsikan bahwa sambungan berupa sendi dan tidak ada konstanta pegas.
9. Menggunakan pengaku atau penyangga secara vertikal dan horizontal yang berupa baja konvensional.
10. Pola pembebanan adalah pembebanan yang dilakukan secara *semi continues* dengan pembebanan manual dan berupa beban terpusat pada joint-joint batang atas truss.
11. Pembebanan menggunakan kepingan baja konvensional dengan berat interval ± 10 -15kg.
12. Meneliti dan menganalisis tentang kegagalan yang terjadi akibat pengaruh eksentrisitas terhadap rangka atap menurut peraturan *British Standard 5950 part 5*.

1.4 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas tentang penelitian di laboratorium meliputi:

1. Dimanakah akan terjadi letak kegagalan akibat sambungan eksentris pada struktur rangka atap.
2. Apakah perbedaan struktur rangka atap sentris dengan struktur rangka eksentris.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode sebagai berikut:

1. Studi pustaka
2. Permodelan struktur rangka atap
3. Analisa pemodelan rangka atap dengan peraturan *British Standard*
4. Analisa pemodelan rangka atap dengan program
5. Pengujian model struktur
6. Analisa dan pembahasan pengaruh eksentrisitas sambungan
7. Kesimpulan dan saran

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bagian, yaitu sebagai berikut:

Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini, dibahas mengenai latar belakang, disertai perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi informasi bersifat umum, tentang dasar teori yang berkaitan untuk melakukan pengujian lab, dan analisa perhitungan struktur yang akan ditinjau.

Bab III. Metodologi

Bab ini menjelaskan tentang metode dalam pengujian dan metode yang digunakan dalam perhitungan.

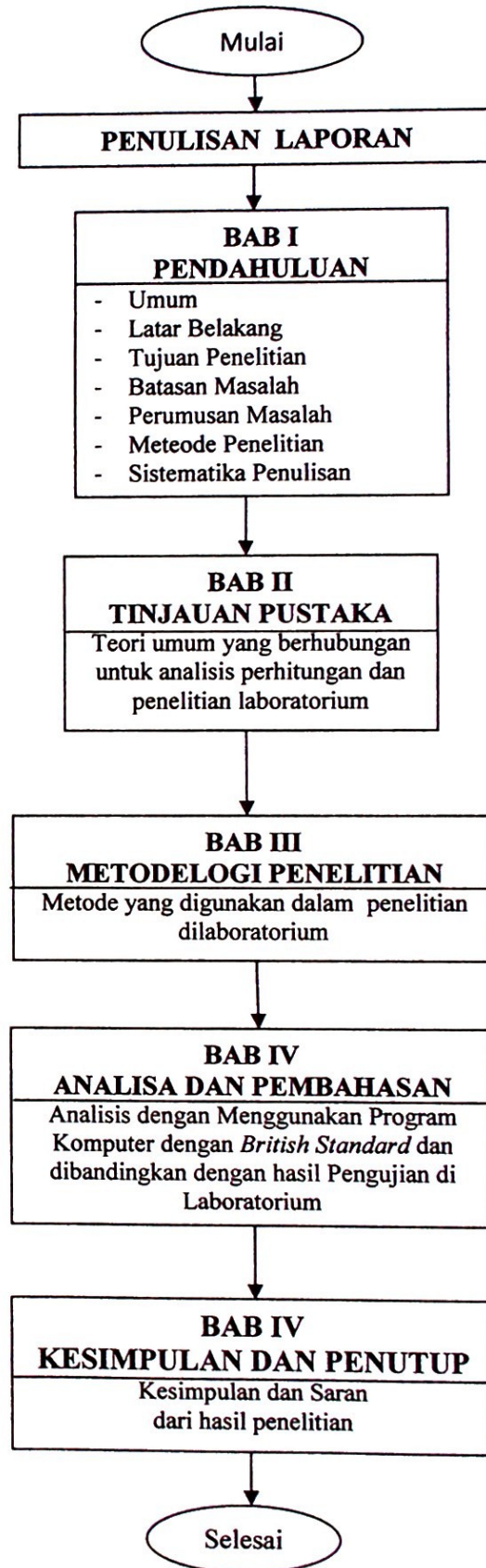
Bab IV. Analisa dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang analisa perhitungan, analisa program, dan pembahasan tentang pengujian laboratorium.

Bab V. Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan dengan program dan saran yang berkaitan dengan pengujian laboratorium.

Flowchart Penulisan Laporan Tugas Akhir



Gambar 1.1 Flow Chart Sistematika Penulisan

DAFTAR PUSTAKA

1. *British Standard, Structural Use of Steelwork in Building-Part 5. Code of Partice for Design of Cold Formed Thin Gauge Section*, BSI, London, 1998.
2. Setiyarto, Y. D, *Perilaku Sambungan Sekrup (Self Drilling Screw) Pada Sambungan Momen Sebidang Untuks Truktur Baja Ringan*, Program Doktor Teknik Sipil Unpar, Bandung, 2012.
3. Dewobroto Wiryanto, *Fenomena Curling Pelat Sambungan dan Jumlah baut Minimum*. Bandung, 2009.
4. Ariestadi Dian, *Teknik Struktur Bangunan*. Jakarta, 2008.
5. *Buildex Product Brochure*, 2003.
6. Tahir, M. M., Siang, T.C., & Ngian, S. P, *Typical tests on cold-formed steel structures*. Proceedings of the 6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC 2006). Kuala Lumpur, Malaysia. pp 246-258, 2006.
7. Riemann, J. A., *Behavior of compression web members in cold-formed steel truss assemblies*. University of Missouri, Rolla, 1996.
8. Schafer, B.W. dan Pekoz, T, *Local and Distortional Buckling of Cold Formed Steel Members With Edge Stiffened Flanges*. Cornell University, 2007.
9. M.T, Mahmood, C.M,Thong dan C.S,Thang, *Performance of Locally Produced Cold-Formed Steel Section for Roof Truss System* , Jurnal Teknologi Universiti Teknologi Malaysia Vol.42 (B) p. 11-28, 2005.
10. Ali, B. A., Saad, S., & Osman, M. H., *Cold formed steel joints and structures-A review*. International Journal Of Civil And Structural Engineering Volume 2 No. 2. pp 621-634, 2011.
11. Schafer,B. W., Vieir, L., Sangree, R. H., & Guan, Y., *Rotational restraint and distortional buckling in cold-formed steel framing systems*. Revista Sul-Americana de Engenharia Estrutural, Passo Fundo Volume 7 No. 1. pp 71-90, 2009.