

**ANALISA POLA KERUNTUTAN KONSTRUKSI RANGKA ATAP
DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BAJA RINGAN**



FAKULTAS TEKNIK SIPIL

**Direktorat Teknik Sipil dan Perencanaan, Sistem Infrastruktur dan
Gedung Sains dan Teknologi, Gedung 10, Universitas Sriwijaya,
Kampus Ilir, Palembang, Sumatera Selatan 35122**

Dibuat oleh :

ANGRY SUCITTA

0901101009

Dosen Pembimbing Utama :
Prof. Dr. Ir. H. Agus Satrio, MScy

Dosen Pembimbing Kedua :
Ir. Setanto M. Suman, M. Eng

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

S
690.1507
And
a
2013

**ANALISA POLA KERUNTUHAN KONSTRUSI RANGKA ATAP
DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BAJA RINGAN**

A. 23086/23641



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Disusun Oleh :
ANDRY SUCIPTA
03091001069**

**Dosen Pembimbing Utama :
Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE**

**Dosen Pembimbing Kedua :
Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2013

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANDRY SUCIPTA
NIM : 03091001069
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA POLA KERUNTUHAN KONSTRUKSI
RANGKA ATAP DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL
BAJA RINGAN

Palembang, November 2013

Ketua Jurusan,



Ir. Hj. Ika Yuliantina M.S.
NIP.19600701 198710 2 001

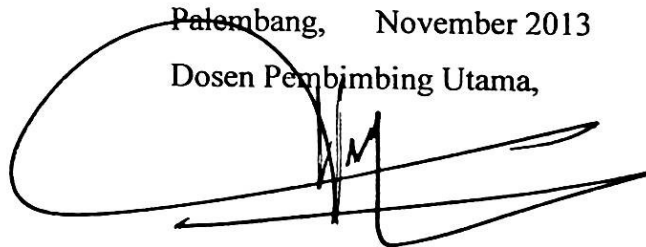
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANDRY SUCIPTA
NIM : 03091001069
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA POLA KERUNTUHAN KONSTRUKSI
RANGKA ATAP DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL
BAJA RINGAN

Palembang, November 2013

Dosen Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE
NIP. 19621028 198903 1 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANDRY SUCIPTA
NIM : 03091001069
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA POLA KERUNTUHAN KONSTRUKSI
RANGKA ATAP DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL
BAJA RINGAN

Palembang, November 2013
Dosen Pembimbing Kedua,

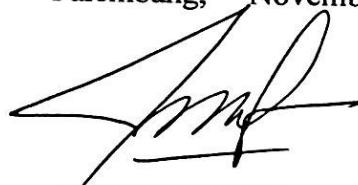

Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng
NIP. 19560424 199003 1 001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANDRY SUCIPTA
NIM : 03091001069
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA POLA KERUNTUHAN KONSTRUKSI
RANGKA ATAP DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL
BAJA RINGAN

Palembang, November 2013



ANDRY SUCIPTA
NIM. 03091001069

ABSTRAK

Rangka atap baja ringan merupakan rangka atap teknologi modern yang terbuat dari plat tipis berbahan *zinc-alum* yang kemudian didesain dengan komputerisasi dan dipabrikasi dengan mesin. Rangka atap baja ringan dapat menjadi pilihan alternatif dalam menopang atap yang mampu menghadapi kondisi cuaca ekstrim, tidak terganggu dari serangan rayap dan dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan rangka atap kayu. Dilihat dari bahannya, baja ringan memiliki beberapa kelemahan yaitu mudah terjadi tekuk atau *buckling* dan mudah terjadinya defleksi atau lendutan, maka dari itu dilakukan peninjauan keruntuhan yang akan terjadi pada beberapa bentang dan bentuk rangka. SolidWorks adalah sebuah program *Computer Aided Design (CAD) 3D* yang menggunakan sistem operasi *Windows*. Program *SolidWorks* dapat memberikan simulasi dan menghitung gaya-gaya yang timbul dalam struktur yang dirancang menggunakan metode *finite element*. Penggunaan program *SolidWorks* memperlihatkan simulasi pola keruntuhan yang akan terjadi sehingga dapat menjadi masukan untuk perencanaan konstruksi rangka atap baja ringan yang lebih baik. Analisa ini menggunakan tipe rangka *pratt* dan *howe* dengan bentang teoritis 12 m dan 24 m pada sudut kemiringan 30° . Komponen yang digunakan yaitu profil *lip channel 75x32,8x7,95* dan *tek screw* yang dibentuk dalam program *SolidWorks*. Hasil yang didapat dari program *SolidWorks* bahwa keruntuhan yang terjadi akibat tekuk lentur dibatang A_6 pada seluruh bentang dan tipe rangka. Rangka tipe *pratt* lebih kuat menahan beban pada bentang teoritis 12 m dan tipe *howe* lebih kuat menahan beban pada bentang teoritis 24 m. Perbedaan pemasangan batang diagonal ternyata mempengaruhi kekuatan rangka pada setiap bentang.

Kata Kunci: rangka atap, baja ringan, SolidWorks, pola keruntuhan

ABSTRACT

Truss light steel is a modern technology of roof truss made of a thin plate of zinc-alum which is designed by computers and manufactured by machines. Truss light steel can be an alternative choice to support the roof to be able to deal with the extreme weather conditions, not to be distracted from termite attack and to be held longer than truss form wood. From its material, there are some weaknesses of light steel, among other are buckling and deflection occurs, so that a review was made of the failure that will occur in some spans and truss forms. SolidWorks is a Computer Aided Design (CAD) 3D program using the Windows operating system. SolidWorks program can provide the simulation and compute the forces that arise in structures which designed by using finite element method. The use of SolidWorks program shows the simulation of failure mode that will occur, so it can be the input for the planning and construction of the better light steel. This analysis used the truss of type pratt and howe with theoretical spans 12 m and 24 m at 30° angle. The components used were profile lip channel 75x32,8x7,95 and tek screw formed in SolidWorks program. The results obtained in the SolidWorks program was the failure occurred because of flexural buckling in A_6 rod to the entire spans and forms. Truss pratt type was stronger to resist the loads on the theoretical span of 12 m and the howe type was stronger to resist the loads on the theoretical span 24 m. Diagonal mounting differences affected the strength of each spans.

Key Words: truss, light steel, SolidWorks, failure mode

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Dengan judul “Analisa Pola Keruntuhan Konstruksi Rangka Atap Baja Ringan Dengan Menggunakan Profil Baja Ringan”.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas semua bantuan dan berbagai kemudahan fasilitas yang didapat sebelum dan sesudah pembuatan laporan tugas akhir ini sehingga penyusunan dapat dilakukan dan berakhir baik kepada :

1. Kedua orang tua dan adik-adikku atas semua dorongan dan dukungan material dan spiritual kepada penulis.
2. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.SCE selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Bapak Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Kedua.
5. Segenap teman-teman mahasiswa Teknik Sipil 2009 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil khususnya dan civitas akademik pada umumnya. Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam laporan ini, sehingga semua saran dan kritik yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Inderalaya, November 2013

Penulis

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NO. DAFTAR: 32610

TANGGAL : 27 NOV 2013

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
ABSTRAKSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Metode Pengumpulan Data	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Rangka Atap Baja Ringan	6
2.2 Baja Ringan	7
2.3 Manfaat Rangka Atap Baja Ringan	8
2.4 Sambungan Titik Buhul	9
2.5 Pola Keruntuhan	9
2.6 Program Solidworks	13
2.7 Metode Elemen Hingga (Finite Element Method)	15
2.7.1. Pengertian Metode Elemen Hingga	15
2.7.2. Tipe Elemen Pada Metode Elemen Hingga	16
2.8 Analisa Elemen Hingga pada Program SolidWorks	17

2.9 Penelitian Sebelumnya pada Struktur Atap Baja Ringan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	19
3.2 Perhitungan Manual	21
3.3 Permodelan dan Analisa Model	22
3.3.1. Pembuatan Model Rangka Batang dengan SolidWorks	22
3.3.2. Analisa Model	25
3.4 Pembahasan	26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis	27
4.1.1. Analisis Perhitungan	27
4.1.1.1. Analisa Kapasitas Profil	28
4.1.1.1.a. Kapasitas Batang Tarik	28
4.1.1.1.b. Kapasitas Batang Tekan	29
4.1.1.1.c. Kapasitas Pada Sambungan	32
4.1.1.2. Analisa Kegagalan	33
4.1.1.2.a. Analisa Kegagalan Akibat Tekuk Lentur	43
4.1.2. Analisis Program	49
4.1.2.1. Output Keruntuhan Hasil Program antara Beban dan Defleksi	50
4.1.2.2. Output Keruntuhan Hasil Program Simulasi	53
4.2 Pembahasan	56
4.2.1. Hasil Analisa Manual dan Analisa Program	56
4.2.2. Hasil Simulasi Program.....	58
4.2.3. Kekuatan Rangka Atap	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Rekapitulasi Panjang Batang Tipe Pratt	34
4.2 Rekapitulasi Panjang Batang Tipe Howe	38
4.3 Rekapitulasi Gaya Batang	43
4.4 Momen inersia Penampang terhadap sumbu x	45
4.5 Momen inersia Penampang terhadap sumbu y	45
4.6 Rekapitulasi Beban Maksimum Program dan Manual	57
4.7 Rekapitulasi Panjang Batang dan Beban	57
4.8 Rekapitulasi Beban Kritis Bentang Teoritis 12 m	59
4.9 Rekapitulasi Beban Kritis Bentang Teoritis 12 m	60
4.10 Rekapitulasi Beban Maksimum	62
4.11 Rekapitulasi Tegangan Maksimum dibatang A ₆	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Flowchart Penulisan	6
2.1 Bentuk Rangka Atap	7
2.2 Penambahan <i>Flens</i> dan <i>Lips</i>	8
2.3 <i>Tek Screw</i>	9
2.4 Tekuk Lokal	10
2.5 Tekuk Lentur	11
2.6 Tekuk Torsional	11
2.7 Tekuk Lentur Torsional	11
2.8 Fenomena <i>Curling</i>	12
2.9 Pola Keruntuhan Sambungan Baut Tunggal	12
2.10 Contoh <i>Parts</i>	14
2.11 Contoh <i>Assembly</i>	14
2.12 Penggambaran (<i>drawing</i>)	14
2.13 Elemen Satu Dimensi	16
2.14 Elemen Dua Dimensi	16
2.15 Elemen Tiga Dimensi	17
2.16 Analisis Elemen Hingga	17
3.1 Perletakan Pada Sampel	20
3.2 Dimensi Penampang Profil	20
3.3 Rangka Tipe <i>Pratt</i>	20
3.4 Rangka Tipe <i>Howe</i>	21
3.5 Pembebanan Sampel	21
3.6 Profil <i>Lip Channel</i>	23
3.7 <i>Tek Screw</i>	24
3.8 Hasil Perakitan Tipe <i>Pratt</i>	24
3.9 Hasil Perakitan Tipe <i>Howe</i>	24
3.10 Bagian Alir Proses Analisa	25
4.1 Profil C 75 x 32,8 x 7,95 mm	28
4.2 Bagian-Bagian Profil C	29

4.3	Panjang Batang Disumbu Netral	33
4.4	Pembebanan Pada Rangka	34
4.5	sumbu Potong Metode Ritter	34
4.6	Panjang Batang Disumbu Netral	38
4.7	Pembebanan Pada Rangka	39
4.8	Penampang Profil	43
4.9	Jarak Titik Berat Profil Terhadap Sumbu X	44
4.10	Meshing Tipe <i>Howe</i>	48
4.11	Hasil Meshing Tiap Simpul Pada Tipe <i>Howe</i>	49
4.12	Rangka Tipe <i>Pratt</i>	50
4.13	Rangka Tipe <i>Howe</i>	51
4.14	Distribusi Tegangan Rangka Tipe <i>Pratt</i> (L = 12 Meter)	53
4.15	Proses Keruntuhan Rangka Tipe <i>Pratt</i> (L = 12 Meter)	53
4.16	Distribusi Tegangan Rangka Tipe <i>Pratt</i> (L = 24 Meter)	54
4.17	Proses Keruntuhan Rangka Tipe <i>Pratt</i> (L = 24 Meter)	54
4.18	Distribusi Tegangan Rangka Tipe <i>Howe</i> (L = 12 Meter)	54
4.19	Proses Keruntuhan Rangka Tipe <i>Howe</i> (L = 12 Meter)	55
4.20	Distribusi Tegangan Rangka Tipe <i>Howe</i> (L = 24 Meter)	55
4.21	Proses Keruntuhan Rangka Tipe <i>Howe</i> (L = 24 Meter)	55

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4.1	Beban – Defleksi Tipe <i>Pratt</i> Bentang Teoritis 12 meter 50
4.2	Beban – Defleksi Tipe <i>Pratt</i> Bentang Teoritis 24 meter 51
4.3	Beban – Defleksi Tipe <i>Howe</i> Bentang Teoritis 12 meter 52
4.4	Beban – Defleksi Tipe <i>Howe</i> Bentang Teoritis 24 meter 52
4.5	Beban – Defleksi pada Bentang Teoritis 12 meter 59
4.6	Beban – Defleksi pada Bentang Teoritis 24 meter 60
4.7	Beban – Defleksi Rangka tipe <i>Pratt</i> 61
4.8	Beban – Defleksi Rangka tipe <i>Howe</i> 61

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Peraturan BS5950-5:1998

LAMPIRAN 2 : Output Program

LAMPIRAN 3 : Gaya Batang Rangka

LAMPIRAN 4 : Surat-Surat Laporan Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

Rangka atap baja ringan merupakan rangka atap teknologi modern yang terbuat dari plat tipis berbahan *zinc-alum* yang kemudian didesain dengan komputerisasi dan dipabrikasi dengan mesin. Rangka atap baja ringan memiliki mutu yang tinggi dan tahan karat. Oleh sebab itu, pilihan alternatif dalam menopang atap yang mampu menghadapi kondisi cuaca ekstrim, tidak terganggu dari serangan rayap dan dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan rangka atap kayu adalah rangka atap baja ringan. Dilihat dari bahannya, baja ringan memiliki beberapa kelemahan diantaranya mudah terjadi tekuk atau *buckling* dan mudah terjadinya defleksi atau lendutan. Akibatnya, sering kita dengar adanya kerobohan struktur atap baja ringan dikarenakan struktur baja ringan yang dipasang melebihi kapasitas beban yang dapat dipikul.

Solidworks adalah sebuah program *Computer Aided Design (CAD) 3D* yang menggunakan sistem operasi *Windows*. Program ini dikembangkan oleh Solidworks Corporation, yang merupakan anak perusahaan dari Dassault Systemes, S.A. Selain mudah digunakan dalam pembuatan desain 3D, program solidwork juga menggunakan metode *finite element* dalam segi analisa.

Program SolidWorks memperlihatkan simulasi pola keruntuhan yang akan terjadi baik terlihat ataupun yang tidak terlihat secara kasat mata sehingga dapat menjadi masukan untuk perencanaan konstruksi rangka atap baja ringan yang lebih baik. Analisa ini lebih menitik beratkan pada kekuatan kapasitas beban yang mampu ditahan serta pola keruntuhan yang akan terjadi pada bentang panjang (24 meter) dan bentang pendek (12 meter) dengan menggunakan rangka tipe *howe* dan *pratt*.

1.1. Latar Belakang

Bahan konstruksi terus berkembang seiring dengan berjalannya zaman. Bahan konstruksi kayu mulai ditinggalkan karena mulai sulit dicari dan mulai ada pengembangan teknologi baru yaitu beton dan baja karena kekuatannya yang baik. Baja memiliki keunggulan seperti konstruksinya yang ringan dibandingkan dengan beton yang dapat mengurangi pembebanan. Selain konstruksinya yang ringan, baja



memiliki sifat yang unik seperti kekakuan, kekuatan, dan daktil. Konstruksi modern akhir-akhir ini terutama pada konstruksi atap bangunan, baik rumah tinggal, gudang, maupun pabrik sedang mengembangkan penggunaan material yang dikenal dengan sebutan baja ringan.

Baja ringan adalah komponen struktur baja dari lembaran atau pelat baja yang berbahan *zinc-alum* dengan proses pengerjaan pada keadaan dingin yang kemudian didesain dengan komputersasi oleh tenaga ahli dan dipabrikasi dengan menggunakan mesin. Baja ringan memiliki kesulitan dalam hal perencanaannya yaitu, pengaruh bentuk geometri penampang yang sangat besar terhadap perilaku dan kekuatannya dalam memikul beban.

Adanya perubahan bentuk yang sedikit saja dari penampangnya, maka kekuatan elemen struktur tersebut akan berbeda termasuk juga perilaku tekuknya. Kesulitan tersebut mengakibatkan proses perencanaan menjadi lebih rumit dibanding proses perencanaan baja *hot rolled*.

Penggunaan baja ringan pada struktur rangka atap memiliki beberapa keunggulan, diantaranya: bobot yang ringan, material yang homogen, tahan rayap, anti karat, tidak lapuk, dan tahan terhadap cuaca, serta pemasangan yang relatif mudah dan cepat. Selain memiliki keunggulan, baja ringan memiliki kelemahan, diantaranya: mudah terjadi lentur, tekuk (*buckling*), dan torsi.

Solidworks adalah sebuah program *Computer Aided Design (CAD) 3D* yang menggunakan sistem operasi *Windows*. Banyak pihak lebih memilih menggunakan program solidworks dibandingkan program yang lain. Hal ini karena penggunaannya yang relatif mudah dalam penggambaran 3D, tampilan gambar *solid* yang lebih mendekati nyata dalam segi material, desain, dan warna serta analisisnya yang menggunakan metode *finite element*.

Dengan menggunakan program solidworks, kita dapat mempelajari pola keruntuhan yang akan terjadi serta mengetahui kapasitas beban dari suatu tipe rangka untuk menahan beban di atasnya.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pola keruntuhan pada struktur rangka atap baja ringan yang diberi beban.

2. Untuk mengetahui lokasi keruntuhan yang terjadi akibat kelebihan beban yang diterima.
3. Membandingkan pola keruntuhan yang terjadi dari beberapa sampel dan bentang.
4. Membandingkan kapasitas beban yang mampu ditahan dari setiap sampel.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis hanya melakukan simulasi dengan menggunakan program SolidWorks. Untuk memperjelas ruang lingkup pembahasan, penelitian ini dilakukan beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Tipe rangka yang akan dianalisa ada 2 yaitu, tipe *pratt* dan *howe*.
2. Sampel profil menggunakan *lip channel 75 x 32,8 x 7,95 x 0,82*.
3. Panjang bentang struktur rangka atap adalah 12 meter dan 24 meter.
4. Pembebanan diberikan pada *joint-joint* batang atas secara terpusat.
5. Alat sambung yang digunakan adalah *Tek Screw*.
6. Hanya memperhatikan lokasi dan proses keruntuhan pada masing-masing sampel.

1.4. Perumusan Masalah

Penelitian ini menekankan pada permasalahan yang akan diselesaikan, yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Analisa pola keruntuhan pada struktur rangka atap menggunakan program SolidWorks.
2. Apa dan dimana keruntuhan yang terjadi pada rangka atap.
3. Penarikan kesimpulan.

1.5. Metode Pengumpulan Data

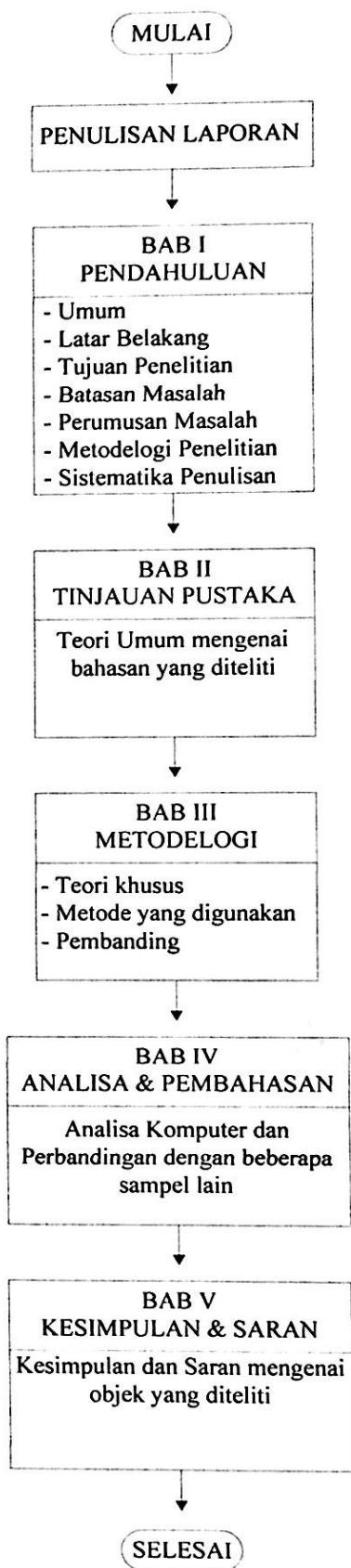
Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode sebagai berikut:

1. Studi pustaka (dasar teori, rumus, tabel, dan grafik)
2. Permodelan struktur rangka atap dengan menggunakan SolidWork.
3. Pengujian model struktur.
4. Analisa keruntuhan.
5. Kesimpulan.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab I, Pendahuluan. Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup permasalahan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.
- Bab II, Tinjauan Pustaka. Pada bab ini dibahas teori umum mengenai bahasan yang diteliti.
- Bab III, Metodologi. Pada bab ini akan dibahas teori khusus, rumus – rumus atau metode yang digunakan dan pengujian atau pembandingan.
- Bab IV, Analisa dan Pembahasan. Pada bab ini berisi analisa dan perhitungan dari tekuk terhadap pengaruh eksentrisitas pada model struktur rangka atap dengan menggunakan profil baja ringan.
- Bab V, Kesimpulan dan Saran. Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dan saran – saran mengenai objek penelitian.



Gambar 1.1 Flowchart Penulisan

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, J. E. (2009). *Finite Element Analysis Concepts via SolidWorks*. Rice University, Houston, Texas
- Ali, B. A., Saad, S., & Osman, M. H. (2011). *Cold formed steel joints and structures-A review*. International Journal of Civil and Structural Engineering Volume 2 No. 2, pp 621-634.
- Chung K.F. and Ip K.H. (2001). *Finite element investigation on the structural behavior of cold formed steel bolted connections*. Engineering structure 23, pp 1115-1125.
- Davies, J.M. (2000). *Recent research advances in cold-formed steel structures*, Journal of Constructional Steel Research, Volume 55, 267-288.
- Davies, J.M., & Jiang, C. (1998). *Design for distortional buckling*, Journal of Construction Steel Research, Volume 46. pp 174-175.
- Dewobroto, W., & Besari, S. (2009). *Distorsi sambungan baut akibat curling dan pencegahannya. Studi kasus sambungan pelat tipe geser (lap-joint) dengan baut tunggal*. Jurnal Teknik Sipil Volume 16 No. 2, pp 49-62.
- Dundu M., Kemp A. R. (2006). *Strength requirements of single cold-formed channels connected back-to-back*. Journal of Construction Steel Research, 62, pp 250-261.
- Frick, H. (2002). *Ilmu Konstruksi Bangunan 2*, Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Gilbert, B. P., Savoyat, T. J-M. & Teh, L. H. (2012). *Self-shape optimisation application: Optimisation of cold-formed steel columns*. Thin-Walled Structures (60), pp 173-184.
- LaBoube R. A., Soko M. A. (2002). *Behavior of screw connections in residential construction*. ASCE, 128(1), pp 115-118.
- Riemann, J. A. (1996). *Behavior of compression web members in cold-formed steel truss assemblies*. University of Missouri, Rolla.
- Rogan, A. L. and Lawson, R. M. (1998). *Value and Benefit Assessment of Light Steel Framing in Housing*, The Steel Construction Institute, UK.

- Schafer, B. W., Vieira, L., Sangree, R. H., & Guan, Y. (2009). *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.
- Tahir, M. M., Siang, T.C., & Ngian, S. P. (2006). *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.
- Thong, C.M. (2003). *Development of New Cold-formed Steel Sections for Roof Truss System*, Master Thesis, UTM.
- Ugural, A. C. (1981). *Stresses in Plates and Shells*, McGraw-Hill Book Company, Inc., Toronto.
- Wildensyah, I. (2010). *Rangka atap baja ringan untuk semua*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Wood, J. V. (2004). *Strength and behaviour of cold formed steel roof trusses.* Published Thesis. The University of New Brunswick, Canada.
- Xu, L., H. Min, H., & Schuster, R. M. (2000). *Optimum design of cold formed steel residential roof trusses.* Paper presented at the Fifteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures. St. Louis, Missouri, U.S.A.
- Young, B., Yan, Jintang. (2002). *Channel columns undergoing local, distortional, and overall buckling*, Journal of Structural Engineering, Volume 128, pp 728-736.
- Yu, W.W. (2000). *Cold-Formed Steel Design*. 3rd edition. John Wiley and Sons Inc.