

**ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BANGUNAN
MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN PERANGKAT
VISUAL BASIC**



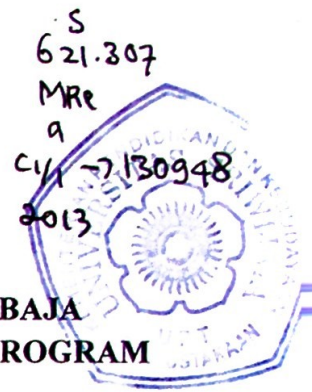
TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**M. REDHO FARIZA
03001001001**

**KELOMPOK 1
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



**ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BAJA
MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN PROGRAM
VISUAL BASIC**



TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik

Pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh

M. REDHO FARIZA

03081001081

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2013**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

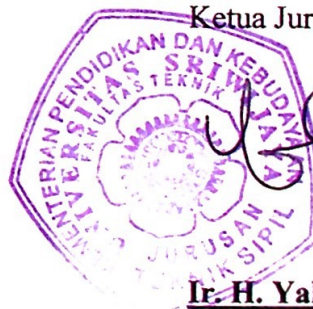


TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : M. REDHO FARIZA
NIM : 03081001081
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BAJA
MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN
PROGRAM VISUAL BASIC**

Inderalaya, Maret 2013

Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris, MSc, MSCE

NIP. 195812111987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : M. REDHO FARIZA
NIM : 03081001081
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BAJA
MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN
PROGRAM VISUAL BASIC**

Dosen Pembimbing 1,



Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S.

NIP. 195402241985031001

Inderalaya, Maret 2013

Dosen Pembimbing 2,



Ir. H. Rozirwan

NIP. 195312121985031000

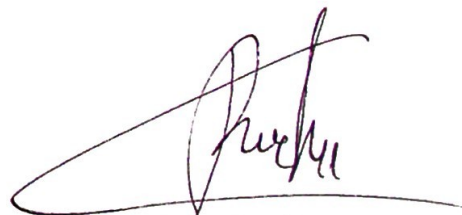
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : M. REDHO FARIZA
NIM : 03081001081
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BAJA
MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN
PROGRAM VISUAL BASIC**

Inderalaya, Maret 2013

Pemohon,



M. Redho Fariza

NIM. 03081001081

ANALISIS SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI BAJA MENGUNAKAN METODE ASD DAN LRFD DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM VISUAL BASIC

ABSTRAK

Dalam perencanaan struktur baja salah satu hal yang harus diperhatikan adalah kekuatan sambungan. Untuk perencanaan sambungan pada umumnya konsultan masih menggunakan cara manual dimana cara perhitungan manual masih menyulitkan dan merepotkan apalagi untuk sambungan yang mencapai ratusan jumlahnya. Pengerjaan sambungan las di lapangan juga mengalami pemborosan, dimana pengelasan dilakukan di sekeliling plat ataupun profil baja sementara menurut perhitungan cukup mengelas pada panjang tertentu, hal ini tentu akan menyebabkan pemborosan.

Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan sambungan las pada konstruksi baja dengan menggunakan metode ASD dan LRFD dengan bantuan program Visual Basic. Tahapan-tahapan dalam penulisan meliputi studi literatur, pengumpulan data sekunder, pengolahan data struktur konstruksi baja, serta perencanaan pemograman untuk menghitung panjang las dan tebal las pada kasus perencanaan dengan momen, lintang dan normal.

Dari hasil yang ditampilkan program bisa kita dapatkan rasio tebal las dan tegangan las untuk perencanaan sambungan. Serta dapat kita tentukan perencanaan sambungan las yang efektif dan efisien.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Sambungan Las pada Konstruksi Baja Menggunakan Metode ASD dan LRFD dengan program Visual Basic”. Penulisan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis baik dalam hal pengetahuan maupun teknik pemaparan materi yang dibahas. Oleh karena itu, dengan terbuka dan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dan berguna bagi penyempurnaan tugas akhir ini.

Selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis tidaklah sendiri melainkan berada diantara orang – orang yang tersayang dan semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara materiil maupun moril sehingga api semangat kian berkobar dalam hati dan pikiran penulis. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, MSc, M.S.C.E selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira M.S selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak membantu dalam memberikan arahan dalam membuat tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Rozirwan, selaku dosen pembimbing kedua yang banyak memberikan ilmu dan filosofi perhitungan sambungan las pada stuktur baja.
4. Bapak Ir. Sarino, MSCE selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak menyediakan waktu untuk penulis serta memberikan nasihat nasihat yang bermanfaat
5. Mbak Tini selaku admin jurusan teknik Sipil Inderalaya serta Kak Junai dan Kak Aang yang telah banyak membantu penulis.

6. Pihak Andirra Ar-Razak dan Kak Mardi yang mau memberikan informasi dan menyediakan tempat konsultasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. Keluarga besar penulis, Papa, Mama, Uni dan Ica yang telah banyak memberikan bantuan baik berupa materil dan moril kepada penulis sehingga penulis mampu meberikan yang terbaik dalam penyelesaian tugas akhir ini
8. Teman seperjuangan dan sependeritaan, Irzani Sutriadi yang telah sama sama menyusun tugas akhir ini dan banyak menjadi tempat penulis bertanya.
9. Hendra Irawan, Andika Agustria, dan teman teman lain yang telah sama sama berjuang dalam menghadapi sidang ini.
10. Geng Penyu, teman – teman terbaik penulis, Dio, Tile, Fahmi, Pandu, Jon, Kuyung, Numi, Febri, Wira, atas segala dukungan, bantuan, hiburan, dan kerja sama yang diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Teman – teman Teknik Sipil Angkatan 2008 dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

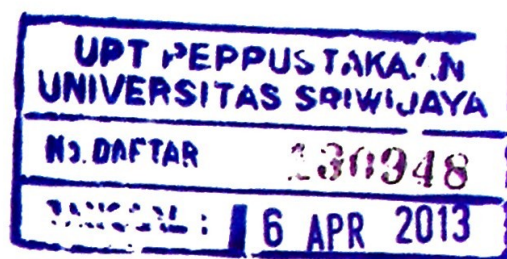
Akhir kata, penulis berharap agar penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi banyak pihak demi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi baik untuk sekarang maupun di masa mendatang.

Palembang, Maret 2013

Penulis

***“True Gratitude Can’t be
Expressed by a Mere
Thank You”***

DAFTAR ISI



Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengajuan.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Lampiran.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Latar Belakang Sejarah Struktur Baja.....	4
2.2 Perhitungan ASD dan LRFD.....	5
2.3 Perbandingan Perhitungan ASD dan LRFD.....	5
2.4 Desain Sambungan.....	6
2.5 Jenis-Jenis Sambungan.....	7
2.6 Jenis-Jenis Las.....	8
2.6.1 Las Tumpul(<i>Groove Welds</i>).....	10
2.6.2 Las Sudut(<i>Fillet Welds</i>).....	11
2.6.3 Las Pasak atau Baji (<i>Slot Welds</i>).....	15
2.7 Simbol Pengelasan.....	15
2.8 Kekuatan Nominal.....	15

2.9 Sambungan Las Eksentris.....	18
2.9.1 Sambungan Las Geser Eksentris.....	18
2.9.2 Sambungan Las Geser dan Tarik Eksentris.....	22
2.9.3 Sambungan Kolom Angkur.....	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Studi Literatur.....	26
3.2 Pengumpulan Data.....	26
3.3 Pengolahan Data Struktur Konstruksi Baja.....	26
3.4 Perencanaan Pemograman.....	26
3.4.1 Flowchart Program.....	29
3.4.2 Input Data Program.....	39
3.4.3 Input Data Lapangan.....	41
3.4.4 Perencanaan Satuan.....	42
3.5 Analisa Hasil dan Pembahasan.....	43
3.6 Kesimpulan dan Saran.....	43
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN
4.1 Data Struktur.....	45
4.2 Analisis Dengan Metode ASD dan LRFD.....	45
4.3 Perencanaan Pemograman.....	45
4.3.1 Sambungan Las Menerima Beban Aksial.....	46
4.3.1.1 Eksekusi Program.....	47
4.3.1.2 Pengujian Program.....	48
4.3.2 Sambungan Las <i>End-Loaded</i>	50
4.3.2.1 Eksekusi Program.....	51
4.3.2.2 Pengujian Program.....	52
4.3.3 Sambungan Las Menerima Beban Tidak Paralel.....	55
4.3.3.1 Eksekusi Program.....	56
4.3.3.2 Pengujian Program.....	57
4.3.4 Sambungan Las Seimbang.....	60
4.3.4.1 Eksekusi Program.....	61
4.3.4.2 Pengujian Program.....	62

4.3.5 Sambungan Las Pasak.....	66
4.3.5.1 Eksekusi Program Beban Maksimum.....	67
4.3.5.2 Pengujian Program.....	67
4.3.5.3 Eksekusi Program Diameter Las.....	70
4.3.5.4 Pengujian Program.....	71
4.3.6 Sambungan Kolom Angkur.....	74
4.3.6.1 Eksekusi Program.....	75
4.3.6.2 Pengujian Program.....	76
4.3.7 Sambungan Las Eksentris; Geser.....	79
4.3.7.1 Eksekusi Program.....	80
4.3.7.2 Pengujian Program.....	82
4.3.8 Sambungan Las Eksentris; Geser dan Tarik.....	85
4.3.8.1 Eksekusi Program.....	85
4.3.8.2 Pengujian Program.....	87
4.4 Perhitungan Program Berdasarkan Data dari SAP 2000.....	90
4.4.1 Program Sambungan Kolom dan Balok.....	90
4.4.1.1 Eksekusi Program.....	90
4.4.1.2 Pengujian Program.....	93
4.4.2 Program Sambungan Balok dan Balok.....	97
4.4.2.1 Eksekusi Program.....	100
4.4.2.2 Pengujian Program.....	101
4.5 Pengujian Program Satuan N/mm.....	105
4.5 Analisis Hasil dan Pembahasan.....	107

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	109
5.2. Saran.....	110

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Detail jenis sambungan.....	8
Gambar 2.2.	Jenis sambungan las.....	9
Gambar 2.3.	Sambungan las antar balok dan balok.....	9
Gambar 2.4.	<i>Groove welds</i> antara dua balok.....	10
Gambar 2.5.	Jenis sambungan las tumpul.....	10
Gambar 2.6.	Ketebalan efektif las tumpul.....	11
Gambar 2.7.	Pemakaian las sudut.....	12
Gambar 2.8.	Ketebalan efektif las sudut.....	13
Gambar 2.9.	Pemakaian las sudut pada sambungan plat.....	13
Gambar 2.10	Batas ketebalan las sudut.....	13
Gambar 2.11	Gaya yang bekerja tidak tegak lurus dengan las.....	17
Gambar 2.12	Sambungan bracket yang mengalami eksentrisitas.....	18
Gambar 2.13	Tegangan yang dialami las.....	19
Gambar 2.14	Las eksentris yang mengalami tarik dan geser.....	22
Gambar 2.15	Tegangan reaksi plat dasar.....	24
Gambar 3.1	Tampilan awal dari Visual Basic 2010.....	27
Gambar 3.2	Jendela kerja Visual Basic 2010.....	27
Gambar 3.3	Jendela kerja untuk coding program.....	28
Gambar 3.4	Menu utama program.....	28
Gambar 3.5	Jendela kerja untuk sambungan las <i>end-loaded</i>	29
Gambar 3.6	Flowchart untuk menu utama program.....	30
Gambar 3.7	Flowchart perhitungan program las aksial.....	31
Gambar 3.8	Flowchart perhitungan program <i>end-loaded</i>	32
Gambar 3.9	Flowchart perhitungan program beban tidak paralel las.....	33
Gambar 3.10	Flowchart perhitungan program las seimbang.....	34
Gambar 3.11	Flowchart perhitungan program las pasak.....	35
Gambar 3.12	Flowchart perhitungan program kolom angkur.....	36
Gambar 3.13	Flowchart perhitungan program eksentris; geser.....	37
Gambar 3.14	Flowchart perhitungan program eksentris; geser dan tarik.....	38
Gambar 3.15	Perencanaan struktur portal baja.....	39

Gambar 3.16	Gaya lintang dan momen dari hasil perhitungan SAP 2000.....	40
Gambar 3.17	Gaya normal hasil perhitungan SAP 2000.....	40
Gambar 3.18	Input gaya lintang normal dan momen.....	41
Gambar 3.19	Input data lapangan.....	41
Gambar 3.20	Pemilihan satuan kips/inch dalam program.....	42
Gambar 3.21	Pemilihan satuan N/mm dalam program.....	42
Gambar 3.22	Diagram alir rencana penelitian.....	43
Gambar 4.1	Pengaturan komponen program.....	46
Gambar 4.2	Coding program.....	47
Gambar 4.3	Hasil perhitungan program.....	47
Gambar 4.4	Pengaturan komponen program <i>end-loaded</i>	50
Gambar 4.5	Coding program.....	50
Gambar 4.6	Program yang telah dijalankan.....	51
Gambar 4.7	Hasil akhir program setelah memasukkan panjang las baru.....	52
Gambar 4.8	Pengaturan letak komponen program.....	56
Gambar 4.9	Hasil perhitungan program.....	57
Gambar 4.10	Pengaturan komponen program.....	60
Gambar 4.11	Hasil perhitungan program metode LRFD.....	61
Gambar 4.12	Hasil perhitungan program metode ASD.....	62
Gambar 4.13	Pengaturan komponen program las pasak.....	66
Gambar 4.14	Hasil perhitungan program menghitung beban maksimum.....	67
Gambar 4.15	Hasil perhitungan program menghitung diameter las.....	71
Gambar 4.16	Pengaturan komponen program kolom angkur.....	75
Gambar 4.17	Hasil perhitungan program kolom angkur.....	75
Gambar 4.18	Gambar soal sambungan las eksentris geser.....	80
Gambar 4.19	Hasil perhitungan program metode LRFD.....	81
Gambar 4.20	Hasil perhitungan program metode ASD.....	82
Gambar 4.21	Gambar soal las eksentris; geser dan tarik.....	85
Gambar 4.22	Hasil perhitungan program.....	87
Gambar 4.23	Hasil perhitungan lintang dan momen metode ASD.....	90
Gambar 4.24	Hasil perhitungan normal metode ASD.....	91
Gambar 4.25	Hasil perhitungan lintang dan momen metode LRFD.....	91
Gambar 4.26	Hasil perhitungan normal metode LRFD.....	92
Gambar 4.27	Hasil perhitungan program.....	92

Gambar 4.28	Hasil perhitungan lintang dan momen metode LRFD.....	98
Gambar 4.29	Hasil perhitungan normal metode LRFD.....	98
Gambar 4.30	Hasil perhitungan lintang dan momen metode ASD.....	99
Gambar 4.31	Hasil perhitungan normal metode ASD.....	99
Gambar 4.32	Hasil perhitungan program metode LRFD.....	100
Gambar 4.33	Hasil perhitungan program metode ASD.....	100
Gambar 4.34	Hasil perhitungan dengan las siku 2 inci pada tiap sisi plat.....	104
Gambar 4.35	Hasil perhitungan dengan las vertikal 4 inci pada tiap sisi plat.....	105
Gambar 4.36	Hasil perhitungan program dengan satuan N/mm.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Filosofi Perbandingan ASD dan LRFD.....	5
Tabel II.2	Ukuran minimum las tumpul.....	11
Tabel II.3	Batasan ukuran las sudut.....	14
Tabel II.4	Simbol Pengelasan.....	16
Tabel II.5	Modulus penampang dan momen inersia polar las.....	20
Tabel IV.1	Perbandingan Hasil Perhitungan Program dan Manual.....	107
Tabel IV.2	Perbandingan Tebal Las pada Sambungan Balok Balok.....	108

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Coding Program
Lampiran 2 : Surat – surat pelaksanaan tugas akhir

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dibandingkan dengan konstruksi beton perkembangan konstruksi baja di Indonesia tidak begitu pesat. Bangunan-bangunan struktur baja umumnya digunakan pada bangunan sederhana, seperti bangunan gudang di wilayah industri, bangunan hanggar atau jembatan. Sedangkan bangunan bertingkat tinggi jarang digunakan struktur baja. Hanya ada beberapa dan umumnya digunakan bangunan komposit baja dan beton.

Ada beberapa kelebihan pada umumnya jika menggunakan konstruksi baja, antara lain, baja mampu menerima tegangan tarik yang cukup tinggi sedangkan baja sendiri memiliki berat sendiri yang cukup ringan, baja memiliki sifat daktilitas tinggi sebelum mencapai titik hancur, baja mudah dalam pelaksanaannya di lapangan.

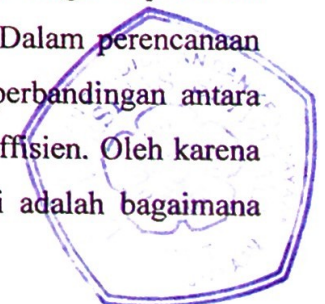
Dalam struktur baja desain sambungan sangat penting diperhatikan. Sambungan baja baik yang menggunakan baut maupun las memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing sesuai dengan keadaan strukturnya sendiri.

Dengan adanya berbagai bentuk profil dan disain sambungan baja yang sangat beragam yang dijual di pangsa pasar tentunya sangat mempengaruhi pemilihan profil dan disain sambungan baja oleh berbagai pihak untuk itu perlu diperhatikan dari nilai ekonomisnya.

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan dibahas perencanaan desain sambungan baja yang diharapkan dapat menahan seluruh beban yang diakibatkan oleh beban struktur yang sesuai dengan bentuk bangunan dengan menggunakan bantuan program .

1.2 Rumusan Masalah

Perhitungan sambungan struktur baja masih menggunakan cara manual dan menyulitkan, terlebih lagi apabila desain sambungan yang dihitung mencapai ratusan jumlahnya. Kepraktisan perhitungan dalam desain sambungan sangat diperlukan sebab dapat membantu dalam perencanaan desain sambungan. Dalam perencanaan desain sambungan sangatlah penting untuk mengetahui rasio perbandingan antara metode ASD dan LRFD untuk mengetahui metode yang lebih efisien. Oleh karena itu, rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah bagaimana



membuat program yang memudahkan dalam perencanaan sambungan baja berdasarkan metode ASD dan LRFD.

1.3 Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menentukan parameter parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan sambungan las pada struktur baja.
2. Membandingkan rasio hasil perhitungan LRFD dan ASD.
3. Untuk mendisain sambungan konstruksi baja yang efektif dan efisien.
4. Mendapatkan akurasi dari program sambungan yang dibuat hingga mendekati 100%.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

1. Pembahasan hanya dilakukan pada kasus pembangunan pabrik penjemuran karet dari konstruksi baja di km. 10 Tanjung Siapi-api dan data yang didapat dari buku literatur.
2. Data struktur konstruksi baja didapat dari hasil perhitungan menggunakan program SAP 2000 dari perencana sebelumnya
3. Data nilai momen, gaya lintang, dan gaya normal diinput kedalam program Visual Basic
4. Penentuan panjang las disesuaikan dengan program dari Visual Basic
5. Tidak meninjau aspek pelaksanaan di lapangan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini, dibahas mengenai latar belakang disertai rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan mengenai landasan teori umum mengenai konstruksi baja , jenis-jenis baja, serta sistem perencanaan sambungan konstruksi baja menggunakan las.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, dijelaskan tahapan-tahapan penyusunan laporan untuk melaksanakan perencanaan yang tersiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan dan metode analisis data.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dan perhitungan mengenai sistem perencanaan program sambungan konstruksi baja yang digunakan.

BAB V. PENUTUP

kesimpulan dan saran-saran dari hasil perencanaan program sambungan konstruksi struktur baja.

DAFTAR PUSTAKA

- AISC comitee (2010). *Design Example Version 14*. American Institute of Steel Construction. Chicago, Illinois.
- AISC comitee (2010). *Spesification for Structural Steel Bulding*. AISC 2010, American Institute of Steel Construction. Chicago, Illinois.
- Amon, R. Knobloch, B. Mazumder A. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 1*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 1988
- Amon, R. Knobloch, B. Mazumder A. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 2*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 1988
- Dewobroto, Wiryanto. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan Visual Basic 6.0*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta. 2005.
- Pasaribu, Patar. M. *Konstruksi Baja Penyelesaian Soal-soal dan Penyelesaiannya*. Universitas HKBP Nommensen. Medan. 1996
- Salmon, Charles. G. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*. Jakarta, Indonesia, 1990
- Segui, William. T. *Steel Design*. Fourth Edition. Thomson Canada Limited. United States. 2007
- Setiawan, Agus. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Erlangga. Ciracas. Jakarta.2008