

**ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA
SEMI-RIGID FLOSH END PLATE BERDASARKAN
BRITISH STANDARDS INSTITUTION**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Surabaya

Oleh:
ASRIAL MUKMIN
05043110093

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
SURABAYA

R. 17768/18193

S

Gg. 707

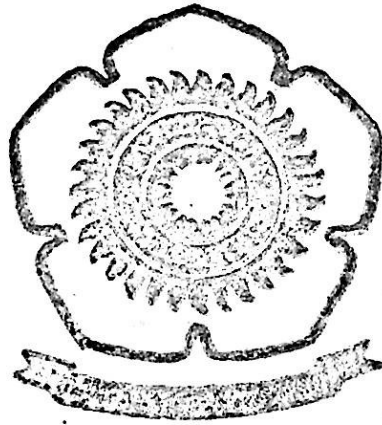
Mul

a

2008

2008

**ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA
SEMI-RIGID FLUSH END PLATE BERDASARKAN
BRITISH STANDARDS INSTITUTION**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknis Universitas Sriwijaya

Oleh:

ASRIAL MUKMIN

03043110093

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2008**

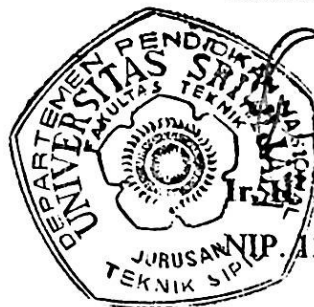
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ASRIAL MUKMIN
NIM : 03043110093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA SEMI-RIGID
*FLUSH END PLATE BERDASARKAN BRITISH
STANDARDS INSTITUTION*

Indralaya, September 2008

Ketua Jurusan,



Ir. H. Amron Fikri Astira, MS

NIP. 131472645

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ASRIAL MUKMIN
NIM : 03043110093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA SEMI-RIGID
*FLUSH END PLATE BERDASARKAN BRITISH
STANDARDS INSTITUTION*

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal

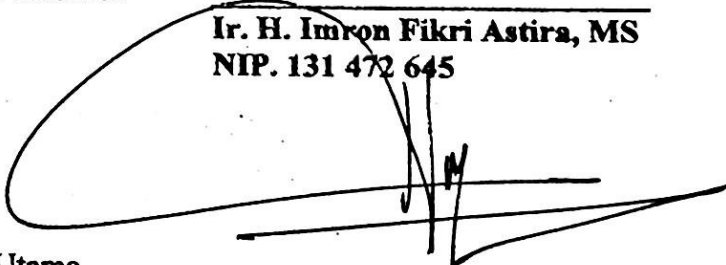
Pembimbing Pembantu



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
NIP. 131 472 645**

Tanggal

Pembimbing Utama



**DR. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE
NIP. 131 863 981**

ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* BERDASARKAN *BRITISH STANDARDS INSTITUTION*

ABSTRAKSI

Salah satu tipe sambungan balok - kolom pada konstruksi baja adalah sambungan semi-rigid *flush end plate*. Pada dasarnya permasalahan sambungan balok-kolom dapat diidentifikasi dengan memahami perilaku pada sambungan tersebut. Perilaku ini dapat ditunjukkan pada hubungan antara momen dan rotasi pada sambungan antara balok - kolom tersebut yang dikenal dengan kurva $M-\phi$. Dari kurva ini kita dapat mengetahui beberapa karakteristik yang ada pada sambungan yaitu kekuatan (*momen capacity*), kekakuan (*rigidity*) dan *ductility (rotational capacity)*.

Salah satu cara mendapatkan kurva $M-\phi$ selain dengan melakukan eksperimen di laboratorium yaitu dengan metode elemen hingga. Untuk itu sebagai alternatif dapat digunakan bantuan program komputer seperti *solidworks* untuk pemodelannya dan *cosmosworks* untuk analisis metode elemen hingga dimana penggunaan program ini dapat menghemat waktu dan biaya, sedangkan peraturan dan standar yang digunakan berpedoman pada *British Standards Institution*. Karena penelitian di laboratorium belum dapat dilakukan, maka digunakan perhitungan manual dengan metode *Rigorous* sebagai pembandingnya dimana yang dibandingkan yaitu *moment capacity*.

Dari hasil analisa yang diperoleh didapat bahwa perilaku kurva $M-\phi$ terdiri atas 2 bagian dimana bagian pertama bersifat linier yaitu tahap elastis dan diikuti bagian kedua yang bersifat non linier karena *inelastic deformation* pada sambungan yang menyebabkan kekakuan menjadi berkurang dengan bertambahnya rotasi, sedangkan perbandingan *moment capacity* antara hasil program dan manual menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana hasil program lebih besar daripada hasil manual. Hal ini disebabkan dalam perhitungan manual menggunakan rumus empiris dan kurang mempertimbangkan aspek pembebanan, perilaku struktur, geometri, bentuk penampang serta panjang bentang profil baja. Selain itu perhitungan manual juga mempertimbangkan keamanan, sedangkan pada program *cosmosworks* menggunakan metode elemen hingga dengan tipe analisa nonlinier dan pemodelannya dibuat mendekati dengan keadaan sebenarnya. Untuk itu perlu dilakukan eksperimen di laboratorium untuk memastikan keakuratan hasil analisa program *cosmosworks* ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir yang berjudul “Analisa Perilaku Sambungan Baja Semi-Rigid *Flush End Plate* Berdasarkan *British Standards Institution*“ dapat diselesaikan.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama dan Papa serta Kakak-kakakku atas do'anya selama menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak DR. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, selaku Dosen Pembimbing Utama atas bimbingan dan arahnya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembantu Pembimbing.
4. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak DR. Ir. Joni Arliansyah, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ade, Eeng, Acef, Juwita, Selli, Wannu, Adi, Ipit, Salam, Ojik, Mukli, Pras, Efri, Putri, Iyha, Eka, Bambang, Farid, Riki, Riko atas pertolongan dan doanya.
7. Semua civitas akademika jurusan teknik sipil dan pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini.

Dalam penyajian laporan ini penulis menyadari masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, tetapi penulis telah berusaha semaksimal mungkin menyajikan laporan yang terbaik sesuai dengan kemampuan tersebut, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga laporan ini dapat berguna bagi kita semua.

Palembang, September 2008

Penulis

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

Mama dan Papa

Kakak-kakakKu (Zulfidiarti, SE, Listinawarti, SE, MM & Fardian Effendi, SE)

Kakak iparku Mas Ali

Keponakanku yang lucu & imut (Faishal & Najuha)

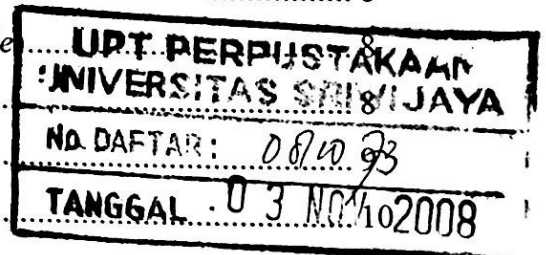
Seseorang yang akan menjadi pendamping hidupku (Insyah Allah)

MOTTO

*Niatkan karena Allah, Lakukan yang terbaik, Berdoa dan Berikhtiar
dalam setiap pekerjaan*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Dafta Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Analisa Teknik.....	2
1.5. Ruang Lingkup Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Uraian Umum	5
2.2. Klasifikasi Sambungan	5
2.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan (<i>Moment Resistance</i>)	5
2.2.2. Klasifikasi Berdasarkan Kekakuan (<i>Rigidity</i>).....	6
2.3.3. Klasifikasi Berdasarkan <i>Ductility</i> (<i>Rotation Capacity</i>) ...	7
2.3. Tipe – Tipe Sambungan	8
2.3.1. Sambungan Sederhana (<i>Simple</i>	
2.3.1. Sambungan Rigid	
2.3.1. Sambungan Semi-Rigid	
2.3.3.1. <i>Single Web Angle</i>	



	2.3.3.2. <i>Double Web Angle</i>	10
	2.3.3.3. <i>Header Plate</i>	11
	2.3.3.4. <i>Top and Seating Cleat</i>	12
	2.3.3.5. <i>T-Stub</i>	12
	2.3.3.6. <i>End Plate</i>	13
2.4.	Kurva Hubungan $M-\phi$	18
2.5.	Metode Elemen Hingga.....	20
	2.5.1. Tipe – Tipe Elemen	20
	2.5.2. Tahapan dalam Metode Elemen Hingga.....	22
	2.5.3. Keuntungan dan Kerugian Metode Elemen Hingga.....	22
2.6.	<i>Solidworks</i>	23
2.7.	<i>Cosmosworks</i>	25
BAB III	METODOLOGI	29
	3.1. Prosedur Pelaksanaan Tugas Akhir.....	29
	3.2. Rancangan Model Sambungan	31
	3.3. Pemodelan Sambungan dengan <i>Solidworks</i>	34
	3.4. Analisa FEM dengan <i>Cosmosworks</i>	38
	3.5. Perhitungan Momen, Rotasi, dan <i>Moment Capacity</i>	40
	3.6. Perhitungan Secara Manual	42
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	52
	4.1. Hasil Analisa Program <i>Cosmosworks</i>	52
	4.1.1. Distribusi Tegangan pada Sambungan	52
	4.1.2. Perhitungan Momen dan Rotasi	55
	4.1.3. Kurva Momen - Rotasi $M-\phi$	62
	4.2. Hasil Perhitungan Secara Manual.....	69
	4.2.1. Perhitungan Manual Model F-1	69
	4.2.2. Perhitungan Manual Model F-2	75
	4.2.3. Perhitungan Manual Model F-3	79
	4.2.4. Perhitungan Manual Model F-4	83

4.2.5. Perhitungan Manual Model F-5	92
4.3. Perbandingan Nilai <i>Moment Capacity</i>	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
6.1. Kesimpulan.....	103
6.2. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Rencana Dimensi Model Sambungan.....	31
3.2 Dimensi Balok dan Kolom.....	32
3.3 Moment Capacity Profil Balok (UB).....	33
3.4 Desain Kekuatan Material Baja/ <i>Design Strength</i>	33
3.5 Kapasitas Tarik Tiap Baut <i>Grade 8.8</i>	34
3.6 Ketebalan Maksimum untuk tidak terjadi <i>Triangular Limit</i>	47
4.1 Hasil Perhitungan Momen dan Rotasi pada Model F-1.....	56
4.2 Hasil Perhitungan Momen dan Rotasi pada Model F-2.....	57
4.3 Hasil Perhitungan Momen dan Rotasi pada Model F-3.....	58
4.4 Hasil Perhitungan Momen dan Rotasi pada Model F-4.....	59
4.5 Hasil Perhitungan Momen dan Rotasi pada Model F-5.....	61
4.6 Rekapitulasi Nilai <i>Moment Capacity</i> dari kurva $M-\phi$ Hasil Analisa Program <i>Cosmosworks</i>	69
4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Moment Capacity</i> secara Manual	99
4.8 Perbandingan Nilai <i>Moment Capacity</i>	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Klasifikasi Sambungan Berdasarkan Kekuatan..... 6
2.2	Klasifikasi Sambungan Berdasarkan Kekakuan..... 7
2.3	Klasifikasi Sambungan Berdasarkan <i>Ductility</i> 7
2.4	Sambungan <i>Simple</i> 8
2.5	Sambungan Rigid..... 9
2.6	Sambungan <i>Single Web Angle</i> 10
2.7	Sambungan <i>Double Web Angle</i> 11
2.8	Sambungan <i>Header Plate</i> 11
2.9	Sambungan <i>Top and Seating Cleat</i> 12
2.10	Sambungan <i>T-Stub</i> 13
2.11	Sambungan <i>Extended End Plate</i> 14
2.12	Sambungan <i>Flush End Plate</i> 15
2.13	Zona Kritis pada Sambungan <i>Flush End Plate</i> 15
2.14	Distribusi Gaya Baut pada Sambungan <i>Flush End Plate</i> 16
2.15	Model-Model Kegagalan <i>Tee-stub</i> 17
2.16	Hubungan $M-\phi$ pada 3 Tipe Sambungan..... 19
2.17	Hubungan $M-\phi$ pada Beberapa Tipe Sambungan Semi-Rigid..... 19
2.18	Tipe Elemen Satu Dimensi..... 20
2.19	Tipe Elemen Dua Dimensi..... 21
2.20	Tipe Elemen Tiga Dimensi..... 21
2.21	(a) Elemen Triangular Linier (b) Elemen Triangular Parabolik..... 26
2.22	(a) Elemen Tetrahedral Linier (b) Elemen Tetrahedral Parabolik..... 27
3.1	Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir..... 29
3.2	Bagan Alir Analisa Perhitungan..... 30
3.3	Konfigurasi Sambungan Berdasarkan Jumlah Baris Bautnya..... 32
3.4	Model Kolom (a) Belum Dilubangi (b) Telah Dilubangi..... 35
3.5	Model Balok..... 36
3.6	Model <i>End Plate</i> (a) Belum Dilubangi (b) Telah Dilubangi..... 36

3.7	(a) Baut (b) <i>Nut</i>	37
3.8	Contoh Model Sambungan yang telah Dirakit	38
3.9	Contaoh Model Sambungan yang telah Dimasukan Input Data.....	39
3.10	Titik (<i>Node</i>) yang diukur <i>displacement</i> / defleksinya	40
3.11	Bentuk Defleksi pada Model Sambungan.....	41
3.12	Bentuk Defleksi dalam Bentuk Segitiga	41
3.12	Geometri Sambungan.....	43
3.13	Nilai L_{eff} yang ekuivalen dengan T-Stub pada Web Kolom atau <i>End Plate</i>	44
3.14	Nilai L_{eff} pada Baris Baut Sendiri	45
3.15	Nilai L_{eff} pada Kelompok atau Kombinasi Baris Baut.....	45
3.16	Penyebaran Gaya untuk Web Kolom <i>Crushing</i>	48
3.17	Penyebaran Gaya untuk Web Kolom <i>Buckling</i>	49
3.18	Penyebaran Tahanan yang Bekerja pada Sambungan.....	50
3.19	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan.....	51
4.1	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum Model F-1	52
4.2	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum Model F-2	53
4.3	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum Model F-3	53
4.4	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum Model F-4	54
4.5	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum Model F-5	54
4.6	Kurva $M-\phi$ pada Model F-1	63
4.7	Kurva $M-\phi$ pada Model F-2	64
4.8	Kurva $M-\phi$ pada Model F-3	65
4.9	Kurva $M-\phi$ pada Model F-4	66
4.10	Kurva $M-\phi$ pada Model F-5	67
4.11	Letak Lt Web Kolom pada Baris Baut 1	71
4.12	Panjang m_1 dan m_2	72
4.13	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan Pada Model F-1	75
4.14	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan Pada Model F-2	79
4.15	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan Pada Model F-3	83
4.16	Letak Lt Web Balok Tension pada Baris Baut 2	87

4.17	Letak Lt Web Kolom Tension pada Baris Baut 1+2.....	88
4.18	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan Pada Model F-4.....	91
4.19	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan Pada Model F-5.....	98
4.20	Kurva $M-\phi$ pada Kelima Model Sambungan.....	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan baja sebagai salah satu bahan kontruksi bangunan di Indonesia telah semakin meningkat dan berkembang seperti dalam pembangunan jembatan, gedung, dan tower. Hal ini disebabkan baja memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh material lainnya antara lain kekuatan yang besar terutama kekuatan tarik, pemasangan yang tidak memakan banyak waktu sehingga dapat mengurangi biaya konstruksi, kualitasnya sangat terjaga karena dibuat di pabrik dengan pengawasan yang ketat, serta sifat *ductility* dan kekakuannya. Kelemahan baja yang tidak tahan terhadap suhu tinggi dapat diantisipasi dengan melapisinya menggunakan bahan tahan api.

Dalam suatu struktur gedung, sambungan mempunyai peranan yang sangat penting karena memberikan hubungan yang kuat antar komponen struktur seperti pada balok-kolom sehingga dapat bekerja bersama-sama dengan baik. Hampir sebagian besar kegagalan kontruksi baja disebabkan karena sambungan yang lemah akibat dari perencanaan dan pemahaman yang tidak sempurna mengenai sambungan itu sendiri. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian dan pemahaman yang lebih detail mengenai perilaku sambungan itu sendiri untuk memastikan kestabilan dan keamanan serta kenyamanan suatu bangunan. Salah satu jenis sambungan yang biasa digunakan yaitu sambungan semi-rigid.

Pengkajian mengenai karakteristik perilaku sambungan itu sendiri, dahulu telah dilakukan dengan melakukan penelitian atau eksperimen di laboratorium secara langsung. Hal ini tentunya akan menghabiskan banyak biaya dan waktu. Untuk itu, seiring dengan kemajuan teknologi computer, penggunaan program komputer dalam mempelajari karakteristik perilaku sambungan dapat menjadi alternatif. Salah satu program dalam pembuatan model suatu struktur yaitu program *solidworks* yang selanjutnya dapat dianalisa dengan menggunakan program *cosmosworks* yang merupakan program metode elemen hingga dimana kedua program tersebut dapat saling bekerja sama. Walaupun demikian penelitian di laboratorium tetap dibutuhkan

untuk memastikan keakuratan hasil dari analisa menggunakan bantuan program komputer tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Pengkajian lebih dalam tentang perilaku sambungan baja sangat diperlukan untuk memastikan kestabilan dan keamanan dalam suatu konstruksi baja dimana perilaku pada sambungan dapat diketahui dari kurva $M-\phi$. Pengkajian tentang ini telah banyak dilakukan oleh peneliti yang melakukannya secara langsung di laboratorium. Tetapi hal ini membutuhkan waktu dan biaya yang besar. Sebagai alternatif, penggunaan program komputer mengenai pemodelan struktur dan metode elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEM) dapat menjadi pilihan untuk mengurangi waktu dan biaya yang terpakai. Walaupun demikian penelitian di laboratorium tetap dibutuhkan untuk memastikan keakuratan hasil analisa dari program komputer yang digunakan.

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini untuk membuat model sambungan baja balok-kolom semi-rigid *flush end plate* dengan berpedoman pada standar yang dibuat oleh *British Standards Institution* menggunakan *solidworks* dan menganalisisnya dengan *cosmosworks* yang merupakan program analisa metode elemen hingga. Dari hasil analisa tersebut dapat dibuat kurva $M-\phi$ dimana kurva tersebut merupakan salah satu cara dalam mempelajari perilaku sambungan baja. Karena penelitian di laboratorium belum dapat dilakukan, maka sebagai pembandingnya digunakan nilai *moment capacity* dari kurva $M-\phi$ dengan *moment capacity* hasil perhitungan manual.

1.4. Teknik Analisa

Dalam penyusunan laporan ini, pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur yaitu dengan mempelajari buku-buku, jurnal, penelitian terdahulu dan referensi lainnya yang berhubungan dengan bahasan yang diteliti. Data-data yang ada kemudian diolah dengan menggunakan program *solidworks* dan *cosmosworks* serta dengan perhitungan manual. Selain itu juga dilakukan konsultasi dengan dosen pembimbing tugas akhir.

1.5. Ruang Lingkup Penulisan

Dalam tugas akhir ini, difokuskan pada sambungan baja balok – kolom semi-rigid *flush end plate* dimana untuk kolom digunakan profil *Universal Column* (UC) dengan ukuran/dimensi yang sama pada semua model sambungan dan untuk balok digunakan profil *Universal Beam* (UB) dengan ukuran/dimensi yang berbeda-beda pada masing-masing model sambungan. Penggambaran pemodelan sambungan menggunakan program *solidworks* sedangkan analisa FEM menggunakan bantuan *cosmosworks*. Adapun standar dan peraturan yang digunakan yaitu menggunakan BSI (*British Standards Institution*) khususnya BS 5950 part 1:2000. Sebagai pembandingnya digunakan nilai *moment capacity* dari perhitungan manual berdasarkan metode *Rigorous*.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, teknik analisa, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

Bab II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini mengenai informasi, teori-teori dan rujukan kepada penelitian terdahulu mengenai topik yang dibahas.

Bab III. METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan pelaksanaan penulisan yang meliputi pengumpulan data-data, analisis perhitungan data serta rumus-rumus atau penjelasan tentang metode yang digunakan serta pengujian atau pembanding yang digunakan.

Bab IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi analisa dari program *cosmosworks* dan pengolahan datanya serta hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan perhitungan dan teori lain atau perencanaan yang ada serta dibahas.

Bab V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dan saran-saran mengenai objek yang dibahas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, A. K. dan R. C. Coates, Moment-Rotation Characteristics of Bolted Beam-Column Connections. *Journal of Constructional Steel Research*, 1986.
- Ahmad, Che Husni HJ, *Non-Linear Analysis of Symmetric Flush End Plate Bolted Beam-To-Column Steel Connection*. Tesis, UTM, Malaysia, 2005.
- British Constructional Steelwork Association Limited dan Steel Construction Institute, *Hanbook of Structural Steelwork*. 3rd Edition, British Constructional Steelwork Association Limited dan Steel Construction Institute, London, 2002.
- British Standards Institution BS 5950-1, *Structural Use of steelworking Building Part 1 : Code of Prsctice for Design – Roled and Welded Sections*. British Standards Institution, London, 2000.
- Chen, W. F., *Semi-Rigid Connections in Steel frames – Council on Tall Buildings and Urban Habitat*. Mc Graw-Hill Inc, New York, 1993.
- Desai, C.S., *Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga*. Erlangga, Jakarta, 1988.
- Jaspart, J.P., General Report : Session on Connections. *Journal of Constructional Steel Research*, 2000.
- Jones, S. W., P. A. Kirby dan D. A. Nethercot, The Analysis of Frames with Semi-Rigid Connections. *Journal of Constructional Steel Research*, 1983.
- Maiziz, Mohmd Bin Fishol Hamdi, *Finete Element Investigation on The Strength of Semi-Rigid Extended End Plate Steel Connection Using Lusas Software*. Tesis, UTM, Malaysia, 2007.
- Nethercot, D. A. dan R. Zandonini, *Methods of Prediction of Joint Behaviour*. Elsevier Applied Science, 1989.
- Solidworks Corporation, *Solidworks Online User's Guide*. Solidworks Corporation, Massachusetts, 2007.
- Steel Construction Institute dan British Constructional Steelwork Association Limited, *Joists in Steel Construction – Moment Connections*. Steel Construction Institute British dan British Constructional Steelwork Association Limited, Ascot, 1995.
- Steel Construction Institute, *Steel Designers' Manual*. 6th Edition, Blackwell Science, United Kingdom, 2003.

Structural Research and Analysis Corporation, *Getting Started with Cosmos*. Structural Research and Analysis Corporation, California, 2005.

Tahir, Mahmood MD dkk, *Economic Aspects of the Use of Partial and Full Stength Joints on Multi-Storey Unbraced Steel Frames*. Research, UTM, Malaysia, 2006.