

#1
Sipil
2009

**ANALISA SAMBUNGAN SEMI-RIGID
END PLATE MENGGUNAKAN BALOK
TRAPEZOID WEB PROFILE (TWP)**



SKRIPSI TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**FAKHRUR ROZI
03043110092**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2009**

S
620.112 507
Roz
0
α-091381
2009
ANALISA SAMBUNGAN SEMI-RIGID

EXTENDED-END PLATE MENGGUNAKAN BAJA

BAJA TRAPEZOID WEB PROFILE (TWP)



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

FAKHRUR ROZI
03043110092

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2009

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : FAKHRUR ROZI
NIM : 03043110092
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA SAMBUNGAN *SEMI-RIGID EXTENDED-END
PLATE* MENGGUNAKAN BALOK BAJA *TRAPEZOID
WEB PROFILE* (TWP)

Indralaya, Agustus 2009

Ketua Jurusan,

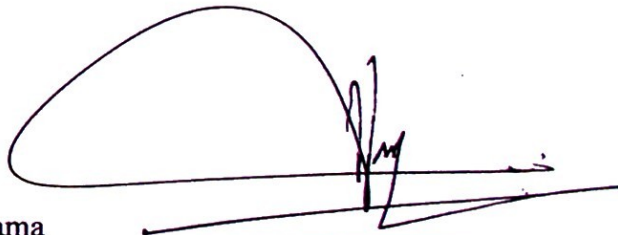


Ir. Yakni Idris, M.Sc, MSCE
NIP. 131 672 710

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : FAKHRUR ROZI
NIM : 03043110092
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA SAMBUNGAN *SEMI-RIGID EXTENDED-END
PLATE* MENGGUNAKAN BALOK BAJA *TRAPEZOID
WEB PROFILE* (TWP)

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

A handwritten signature in black ink, featuring a large, sweeping loop on the left and several sharp, vertical strokes on the right, ending in a horizontal line.

Tanggal

Pembimbing Utama

**Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE
NIP. 131 602 983**

ANALISA SAMBUNGAN SEMI-RIGID EXTENDED-END PLATE MENGUNAKAN BALOK BAJA TRAPEZOID WEB PROFILE (TWP)

ABSTRAK

Pada desain struktur baja, tipe sambungan yang bisa digunakan ada 3 jenis, yaitu *simple connections* (sederhana), *semi-rigid connections* dan *rigid connections*. Sambungan *extended-end plate* adalah salah satu tipe sambungan dari jenis sambungan *semi-rigid*. Sambungan *semi-rigid* memiliki kekakuan seperti sambungan *rigid* namun tidak terlalu fleksibel seperti sambungan *simple* atau *pin*. Perilaku sambungan dapat dilihat dari kurva *momen – rotasi* ($M-\Phi$). Untuk mendapatkan kurva *momen – rotasi* ($M-\Phi$) biasanya dilakukan pengujian di laboratorium, tapi karena pengujian di laboratorium memerlukan biaya yang tinggi, maka penggunaan *software* komputer menjadi alternatif yang dapat dipilih.

Salah satu *software* komputer yang dapat digunakan adalah program *Solidworks* dan *Cosmosworks*. *Solidworks* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain, sedangkan *Cosmosworks* adalah suatu disain aplikasi analisa yang terintegrasi dengan *Solidworks*, yang menggunakan konsep dasar *Finite Element Method* (FEM) untuk menganalisis kondisi suatu model dan menampilkan hasil analisa dari model tersebut.

Hasil analisa kurva *momen – rotasi* ($M-\Phi$) dan *moment capacity* dari program *Cosmosworks* selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium. Persentase keakuratan perbandingan *moment capacity* hasil analisa program *Cosmosworks* dan hasil pengujian di laboratorium berkisar antara 90.79 % - 97.96 %. Nilai akurasi rata – rata yang didapatkan dari penelitian ini adalah 93,87 %.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

Tugas akhir yang berjudul *ANALISA SAMBUNGAN SEMI-RIGID EXTENDED-END PLATE MENGGUNAKAN BALOK BAJA TRAPEZOID WEB PROFILE* (TWP) ini dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada **Dr. Ir. H Anis Saggaff, MSCE** selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Badia Perizade, MBA, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Ir. Yakni Idris, M.Sc, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Ir. Eng. Joni Arliansyah, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Bapak / Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil, terima kasih atas semua bimbingan dan ilmu yang telah diajarkan kepada kami.
6. Kak Lukman, Yuk Tini dan seluruh staff Jurusan Teknik Sipil, terima kasih atas bantuannya selama ini.
7. *My Family* (Bak, Mak, Wo Selvi dan Kak Man, Dang Fikri dan Yuk Ita, Do Novi dan Abang Malik, serta ketiga ponakanku yang lucu dan imut, Aisyah, Ridho dan Abel), doa dan dukungan kalian begitu berharga bagiku.
8. *Guru Programku*, sahabat yang sangat membantu dalam pembuatan tugas akhir ini, Juwita dan Asrial, jasa kalian sangat besar, terima kasih sahabat.
9. *Keluarga spesialku* di Pemonudukan Citra, Bi Mun, Sari, Iyha, Edo, dan Noval, terima kasih atas semua dukungan dan keceriaan yang tercipta, kekeluargaan ini begitu indah. Juga untuk semua teman-teman yang lain, semangat!!!
10. *My Team Work* (Ariz), ayo teman, segera menyusul.

11. Sahabat yang telah berjasa meminjamkan Laptopnya kepadaku, Iyha, Kak Aang, Yani dan Meri, bantuan kalian sangat penting dan menentukan.
12. *Keluarga Besarku* di BEM UNSRI periode 2007-2008 : K'Aang, K'Sapto, K'Gun, K'Andriadi, Do Novit, Mb'Yeyen, Mb'Nelly, Mb'Tina, kalian adalah kakak2 dan mbak2 terbaikku, terima kasih atas semua bimbingan dan kebijaksanaannya. Juga untuk semua teman seperjuanganku, Dhona, Ans, Agus, Rio, Zein, Ronald, Arif, Febri, Freza, Siska, Triska, Shelvy, Diyah, Triana, Mimi, Miyu, Ridha, Nini, Rima, Indah dan Wiwik, jangan pernah melupakan kisah yang telah kita ukir wahai sahabat, sebuah mozaik hidup yang begitu indah, tak pernah terfikirkan olehku bisa bertemu dengan orang2 hebat seperti kalian. Juga untuk semua adek2ku di BEM UNSRI, ayo semangat dan teruskan perjuangan kami.
13. Saudara seperjuanganku di teknik sipil, Bambang, Asrial, Habibi, Hafizh, Ryan, Eka, Juwita, Dian, Mahya dan Selli, ingin rasanya aku berkumpul kembali bersama kalian, lihatlah kawan aku sekarang sudah menyusul kalian menjadi sarjana. Semoga kita semua bisa sukses.
14. *Keluarga berbenahku* di fakultas teknik, akh Faridh, Defri, Abdi, Willy, Riki, Rico dan Edi, sebuah kebahagiaan bisa kenal dengan kalian. Juga untuk semua teman seperjuanganku *ikhwa fillah* di UNSRI, Istiqomah saudaraku.
15. Teman-teman angkatan 2004 atas kebersamaannya selama ini.
16. Semua pihak yang tak bisa disebutkan yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan tugas akhir ini dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan laporan ini.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Palembang, Agustus 2009

Penulis

Motto:

*"Jadilah seperti Matahari, yang selalu memancarkan sinarnya kepada seluruh yang ada di dunia ini, yang tak pernah berfikir tentang apa yang akan ia dapatkan, karena setiap detik baginya adalah memberi dan memberi. Karena ia tahu, bahwa keseimbangan dunia ada ditangannya.
Ketulusan setiap saat..."*

Ku Dedikasikan Tugas akhir ini kepada:

*Ayahanda dan Ibunda Tercinta,
Semua Kakanda dan Ayunda tersayang,
Keluarga Besarku,
Seseorang dalam mimpiku,
Semua orang yang ku kenal dan ku hormati,
Almamaterku,
Agama, Nusa & Bangsa.*

DAFTAR ISI

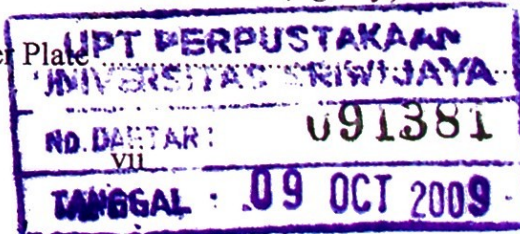
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian umum.....	5
2.2 Sambungan.....	5
2.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Kekakuan (<i>rigidity</i>).....	6
2.2.1.1 Heade Plate	11



2.2.1.2 End Plate	12
2.2.1.3 Single Web Angle	14
2.2.1.4 Double Web Angle	14
2.2.1.5 Top dan Seating Cleat	15
2.2.1.6 T-Stub	15
2.2.2 Klasifikasi berdasarkan Moment Resistance	17
2.2.3 Klasifikasi Berdasarkan <i>Ductility (Rotation Capacity)</i>	17
2.3 Disain Kekuatan Sambungan	18
2.4 Kurva Hubungan M- ϕ	21
2.4.1 Moment Capacity	23
2.4.2 Momen Plastis	24
2.5 Kolom	24
2.6 Program SolidWorks dan COSMOSWORKS	25
2.6.1 Konsep Kerja SolidWorks	26
2.6.2 Konsep Kerja COSMOSWORKS	26
2.6.3 Istilah dalam SolidWorks & COSMOSWORKS	27
2.6.4 Kelebihan dan Kekurangan SolidWorks & COSMOSWORKS.....	28
2.6.5 Langkah-Langkah Aplikasi pada SolidWorks & COSMOSWORKS	29
2.7 Finite Element Method.....	32
2.7.1 Tipe-Tipe Elemen	33
2.7.2 Keuntungan dan Kerugian <i>Finite Element Method</i> ..	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Prosedur Pelaksanaan Tugas Akhir	35
3.2	Rancangan Model Sambungan.....	37
3.3	Permodelan Sambungan dengan Solidworks	39
3.4	Analisa Sambungan dengan Cosmosworks.....	43
3.5	Pembahasan.....	48

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Laboratorium.....	49
4.2	Hasil Pengujian dengan program Solidworks dan Cosmosworks	50
4.2.1	Pembacaan Nilai Output Hasil Analisa Cosmosworks	52
4.2.2	Perhitungan Momen-Rotasi ($M-\Phi$).....	56
4.2.3	Kurva Momen-Rotasi ($M-\Phi$)	66
4.3	Perbandingan dan Pembahasan <i>Moment Capacity</i> (M_c)	68
4.4	Kerusakan pada Sambungan.....	70

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	74

DAFTAR PUSAKA.....	75
--------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rigid Connection	7
Gambar 2.2 Pengelasan pada Tipe Rigid Connection	8
Gambar 2.3 Penggunaan Baut pada Tipe Rigid Connection	9
Gambar 2.4 Simple Connection.....	10
Gambar 2.5 Tipe Sambungan Semi - Rigid.....	11
Gambar 2.6 Sambungan Header Plate	12
Gambar 2.7 Sambungan extended-end plate	13
Gambar 2.8 Sambungan flush-end plate.....	13
Gambar 2.9 Sambungan single web angle.....	14
Gambar 2.10 Sambungan double web angle.....	14
Gambar 2.11 Sambungan top and seating angle.....	15
Gambar 2.12 Sambungan T-stub	15
Gambar 2.13 Tipe Kurva Momen Rotasi pada Berbagai Sambungan.....	16
Gambar 2.14 Klasifikasi sambungan berdasarkan kekuatan (Sumber : Ahmad, 2005)	17
Gambar 2.15 Klasifikasi sambungan berdasarkan ductility (Sumber : Ahmad, 2005)	18
Gambar 2.16 Daerah Krisis pada Sambungan	19
Gambar 2.17 Tipe Keruntuhan Sambungan (Sumber : The SCI/BCSA, 1995)	20

Gambar 2.18 Distribusi Kekuatan Baut (Sumber: The SCI/BCSA, 1995).....	21
Gambar 2.19 Kurva Hubungan Momen-Rotasi pada 3 Tipe Sambungan (Sumber: The SCI/BCSA, 1995)	22
Gambar 2.20 Moment Capacity (Sumber: Daniel Grecea, Aurel Stratan, Dan Dubin).....	23
Gambar 2.21 Momen Plastis pada Balok.....	24
Gambar 2.22 Pembagian Elemen.....	27
Gambar 2.23 Toolbar Assembly	27
Gambar 2.24 Icon-icon pembebanan	28
Gambar 2.25 Elemen Satu Dimensi.....	33
Gambar 2.26 Tipe Elemen Dua Dimensi.....	33
Gambar 2.26 Jenis Elemen Tiga Dimensi.....	34
Gambar 3.1 Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	35
Gambar 3.2 Bagan Alir Proses Perhitungan Tugas Akhir	36
Gambar 3.3 Extended-End Plate 250x15.....	39
Gambar 3.4 Kolom size 305x305x118	40
Gambar 3.5 Balok Trapezoidal Web Profile 400x140	41
Gambar 3.6 Baut dan Nut	42
Gambar 3.7 Model Struktur Lengkap	43
Gambar 3.8 Model Struktur Pada Analisa Cosmosworks	45
Gambar 3.9 Titik yang di Tinjau.....	46
Gambar 3.11 Lendutan.....	47
Gambar 4.1 Kurva momen – rotasi ($M-\Phi$) sampel N6.....	49

Gambar 4.2 Kegagalan pada endplate (Sumber : Mahmood Md Tahir dan Anis Saggaf)	50
Gambar 4.3 Kondisi Pembebanan Sampel1.....	51
Gambar 4.4 Hasil Mesh (FEM) Permodelan Struktur	52
Gambar 4.5 Stress (tegangan) output analisa program cosmosworks	53
Gambar 4.6 Displacement (defleksi) output analisa program cosmosworks.....	53
Gambar 4.7 Strain (regangan) output analisa program cosmosworks	54
Gambar 4.8 Displacement arah-Y.....	55
Gambar 4.9 Displacement arah-X.....	55
Gambar 4.10 Titik yang ditinjau.....	56
Gambar 4.11 Kurva momen – rotasi (M- Φ) sampel N5.....	66
Gambar 4.12 Kurva momen – rotasi (M- Φ) sampel N6.....	67
Gambar 4.13 Kurva momen – rotasi (M- Φ) sampel N8.....	68
Gambar 4.14 Kegagalan pada end plate	71
Gambar 4.15 Buckling pada web.....	71
Gambar 4.16 Kegagalan pada Flange	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Dimensi Model Sambungan TWP-UC	36
Tabel 3.2 Material Strength	38
Tabel 3.3 Kapasitas Tarik Baut Grade 8.8.....	38
Tabel 3. 4 Dimensi Balok dan Kolom	39
Tabel 4.1 Tabulasi Perhitungan Momen-Rotasi pada sampel N5.....	58
Tabel 4.2 Tabulasi Perhitungan Momen-Rotasi pada sampel N6.....	60
Tabel 4.3 Tabulasi Perhitungan Momen-Rotasi pada sampel N8.....	62
Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Moment Capacity.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Pembacaan Data Output Cosmosworks

Lampiran 2 Tabel Dimensions Baja

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Struktur konstruksi suatu bangunan merupakan bagian yang paling penting dari suatu bangunan, karena struktur yang menjadi sarana untuk menyalurkan beban bangunan menuju tanah. Untuk mendapatkan konstruksi yang kuat bisa didapat dari pemilihan material konstruksi yang biasa digunakan saat ini yaitu, kayu, beton dan baja. Masing-masing material memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda-beda. Pemilihan material konstruksi yang tepat sangat menentukan akan kemampuan struktur dalam memikul beban.

Saat ini, konstruksi dengan menggunakan material baja banyak diminati. Hal ini disebabkan karena struktur baja mempunyai kekuatan yang sangat tinggi dalam menahan beban. Baja memiliki keunggulan seperti ukuran tampang konstruksi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan konstruksi beton, sehingga menjadikan konstruksinya lebih ringan dan dapat mengurangi pembebanan. Struktur baja banyak digunakan pada konstruksi modern karena perilakunya yang unik seperti memiliki kekuatan, kekakuan, kekerasan, dan daktil. Selain itu, konstruksi baja juga dapat dibongkar pasang untuk dipakai kembali.

Komponen struktur baja terdiri dari batang tekan, batang tarik, batang lentur, batang dengan kombinasi kekuatan, dan sambungan. Diantara komponen tersebut yang paling berbahaya adalah sambungan. Sebagian besar struktur baja mengalami kegagalan disebabkan perencanaan sambungan yang tidak sempurna. Pada struktur baja, sambungan memiliki posisi yang sangat penting karena sambungan berperan sebagai penyalur kekuatan diantara masing – masing element utama, yang mengharuskan komponen tersebut dapat saling bekerja sama. Oleh karena itu diperlukan detail yang akurat, kekakuan dan spesifikasi sambungan untuk menjamin kestabilan dan keamanan bangunan. Terdapat beberapa jenis sambungan balok-kolom pada konstruksi baja, yaitu *simple connection*, *rigid connection* dan *semi-rigid connection*.

Analisa kegagalan suatu konstruksi baja merupakan langkah perencanaan yang sangat penting, karena apabila salah dalam memperhitungkan sesuatu maka akan mengalami kerugian, dan juga akan sangat berbahaya sekali apabila bangunan mengalami keruntuhan. Oleh karena itu, keamanan suatu struktur harus diperhitungkan secara tepat dan cepat sehingga mendapatkan hasil yang optimal.

Sebuah metode yang dapat dilakukan dalam membuat dan menganalisa keamanan model sambungan dengan tepat dan cepat adalah dengan metode elemen hingga yang menggunakan media *software* komputer *Solidworks* dan *Cosmosworks*. Metode ini merupakan salah satu alternatif selain percobaan di laboratorium. Karena perkembangan analisis elemen hingga saat ini dan kemajuan teknologi komputer, metode ini tidak hanya memungkinkan tetapi juga lebih ekonomis, menghemat waktu dan memudahkan dalam membuat variasi tipe sambungan.

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 analisa metode elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEM) dapat menjadi pilihan untuk mengurangi waktu dan biaya yang terpakai.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- Menganalisa perilaku sambungan semi-rigid tipe *extended-end plate* menggunakan balok baja *Trapezoid Web Profile* (TWP).
- Membandingkan hasil kurva *momen – rotasi* ($M-\Phi$), dan hasil *momen capacity*, antara perhitungan menggunakan program *Solidworks* dan *Cosmosworks* dengan hasil pengujian di laboratorium pada sambungan semi-rigid tipe *extended-end plate* menggunakan balok baja *Trapezoid Web Profile* (TWP).

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini difokuskan antara lain pada:

1. Profil yang digunakan untuk balok adalah *Trapezoid Web Profile (TWP)*, dan profil untuk kolom adalah *Universal Column (UC)*.
2. Sambungan yang digunakan sambungan semi-rigid tipe *Extended-End Plate*.
3. Standard peraturan yang dipakai adalah *British Standard (BS) 5950*.
4. Pemodelan struktur menggunakan program *Solidworks 2008*.
5. Analisa model terhadap tegangan, regangan, dan defleksi akan dilakukan dengan program *Cosmosworks 2008*.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan tugas akhir ini maka dibuat sistematika penulisan tugas akhir yang dibagi atas lima bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

Bab I. Pendahuluan

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

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas mengenai teori umum mengenai bahasan yang diteliti.

Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi mengenai tahapan pelaksanaan penulisan yang meliputi pengumpulan data, analisis perhitungan data serta rumus-rumus atau penjelasan tentang metode yang akan digunakan serta pengujian atau pembandingan yang digunakan.

Bab IV. Analisa dan Pembahasan

Bab ini berupa analisa dan perhitungan serta hasil yang didapat. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan perhitungan dan teori lain dan kemudian dibahas.

Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Che Husni HJ. *Non linier Analysis of a Symmetric Flush endplate Bolted Beam to Column Steel Connector*. Universitas Teknologi Malaysia :2005
- British Standards Institution BS 5950-1. (2000). *Structural Use of Steelwork in Building Part 1: Code of Practice for Design – Rolled and Welded Sections*. London: British Standards Institution.
- J M Angus. *Structure and Architecture, Second Edition*. Universitas Edinburgh: 2001
- Johan Muhammad. *Finite Element Analisis On The Strength Of Flush Endplate Connection With Trapezoid Web Profile Beam Using LUSAS Software*. Universitas Teknologi Malaysia : 2007
- Maiziz M. *Finite Element Investigation On The Strength Of semi – rigid extended Endplate Connection Using LUSAS Software*. Universitas Teknologi Malaysia : 2007
- Ray SS. *Structural Steelwork: Analysis and Design*. Blackweel Science: USA. 1998
- Structural Research and Analysis Corporation (SRAC). *COSMOSTM 2005, Introducing COSMOSWorks*. 2004
- Tahrir M M, Saggaiff, Anis. *Economic aspects of the use of partial and full strength joints on multi storey unbraced steel frame*. Universitas Teknologi Malaysia: 2006
- Tahrir M M, Shek poi ngian. *Performance cruciform coloumn using universal beam sections under axial compression load*. Jurnal Teknologi: Universitas Teknologi Malaysia. 2005
- The Steel Constructions Institute. *Steel Designers'manual, 6th edition*. Blackweel Publishing:2003
- The Steel Constructions Institute / The British Constructional Steelwork Association LTD (1995). *Joint in Steel Construction : Moment Connection*. Publication No. 207. SCI, BSCA.