

ANALISA FENILAKSI SAMBUNGAN RAJA SERAI DOKID FLOSKI TEND PLATE
PADA KOLOM KRUCIFORM DAN UNIVERSAL BEAM



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

WANNY MARIANA

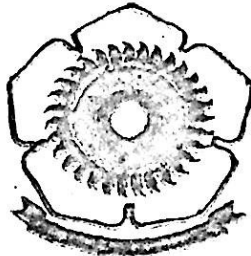
01043110028

KELOMPOK 1
WANNY MARIANA
ANDRIUS ANDRIUS SIBU
2008

S
624.182 107
mat
A
0-090159
2008

R. 4018/4021 - Pky.

ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA SEMI-RIGID FLUS PERAK BEKATE
PADA KOLOM CRUCIFORM DAN UNIVERSAL BEAM



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

WANNY MARIANA
03043110028

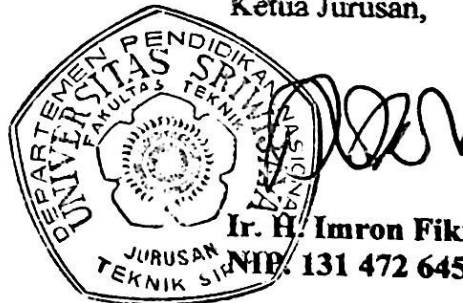
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2008

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : WANNY MARIANA
NIM : 03043110028
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA
SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* PADA
KOLOM *CRUCIFORM* DAN *UNIVERSAL BEAM*

Palembang, September 2008
Ketua Jurusan,



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

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : WANNY MARIANA
NIM : 03043110028
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA
SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* PADA
KOLOM *CRUCIFORM* DAN *UNIVERSAL BEAM*

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal

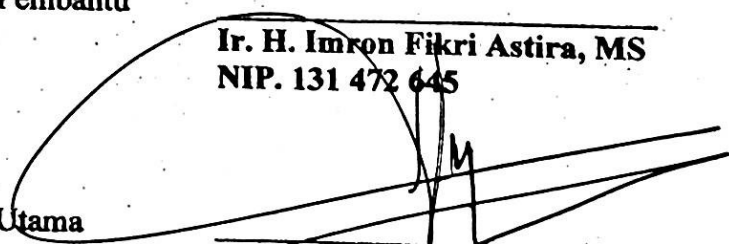
Pembimbing Pembantu



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

Tanggal

Pembimbing Utama



Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE
NIP. 131 863 981

MOTTO

Ia membuat segala sesuatu indah pada waktunya (Pengkhotbah 3:11a)

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan (Yeremia 29:11)

Jalan menuju BAHAGIA dan SUKSES tidak selalu lurus,
Ada tikungan bernama kegagalan,
Ada bundaran bernama kebingungan,
Tanjakan bernama teman,
Lampu merah bernama musuh,
Lampu kuning bernama keluarga.
Engkau akan mengalami ban kempes dan pecah, itulah hidup.
Tapi jika engkau membawa ban serap bernama TEKAD,
Mesin bernama KETEKUNAN,
Asuransi bernama IMAN,
Pengemudi bernama YESUS,
sampailah di daerah yang disebut SUKSES dan BAHAGIA.

Laporan ini kupersembahkan kepada:

Tuhan Yesus Kristus as my Lord
Mother, Melysa, Rudi, and all of my family
Inda, Sherly, Friska, Maya, C'Junita 'n Mamas
And all of my friends
And also
My Almamater

ANALISA PERILAKU SAMBUNGAN BAJA SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* PADA KOLOM *CRUCIFORM* DAN *UNIVERSAL BEAM*

ABSTRAK

Dalam suatu bangunan dibutuhkan suatu konstruksi yang kuat untuk mendukung struktur dari bangunan tersebut. Struktur pada bangunan biasanya terdiri atas rangkaian kolom dan balok. Sambungan antara kolom dan balok pada rangkaian suatu struktur ikut menentukan kekuatan dari konstruksi tersebut. Jadi, perilaku sambungan pada konstruksi menentukan apakah konstruksi tersebut kuat atau lemah. Untuk menganalisa perilaku sambungan pada konstruksi baja dapat menggunakan software SolidWorks serta COSMOSWorks dan perhitungan secara manual.

Kolom yang dianalisa adalah kolom *cruciform*. Kolom ini lebih kuat daripada kolom biasa, karena terdapat tambahan pada sumbu lemahnya. Kolom *cruciform* ini juga lebih tahan terhadap tekuk dan dapat menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan kolom biasa.

Perhitungan secara manual dilakukan sesuai dengan cara perhitungan pada peraturan British Standard Institution. Analisa perhitungan tergantung pada jenis sambungan yang akan digunakan. Dalam hal ini digunakan sambungan *flush end plate*. Hasil perhitungan *momen capacity* tiap-tiap permodelan bervariasi antara 40.55 kNm - 99.16 kNm, tergantung dari jenis balok dan kolom yang digunakan.

Analisa *momen capacity* menggunakan program COSMOSWorks setiap permodelan juga berbeda-beda antara 49 kNm – 124 kNm. Persentase perbandingan *momen capacity* pada perhitungan secara manual dan program tentu bervariasi juga yaitu antara 6.03% - 40.93%.

Jika dibandingkan dengan permodelan yang sama, persentase perbedaan *momen capacity* antara perhitungan manual dan program COSMOSWorks pada sambungan *flush end plate* dan sambungan *extended endplate* yaitu berkisar antara 40%. Hal ini dikarenakan pada sambungan *extended end plate* terdapat baut tambahan pada bagian atasnya. Tapi untuk struktur yang tidak terlalu besar menahan beban, lebih efektif jika menggunakan sambungan *flush end plate*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan rahmatNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ini tepat pada waktunya.

Tujuan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan teori yang telah diperoleh di bangku kuliah dan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Harapan penyusun semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil khususnya dan civitas akademika pada umumnya. Penyusun menyadari akan adanya kekurangan dalam laporan ini, sehingga semua saran dan kritik yang sifatnya membangun akan penyusun terima dengan senang hati.

Dalam kesempatan ini, penyusun ingin menyatakan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. H. Imron Fikri Astira MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya dan pembimbing pembantu.
2. Dr. Ir. H. Anis Saggaff MSCE, selaku pembimbing utama.
3. Keluarga dan teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan selama penyelesaian laporan kerja praktek ini.
4. Ranggawuni, Juwita, Selly, Acefri dan Asrial atas kerjasamanya dan bantuannya selama di pembuatan laporan tugas akhir ini.
5. Salam, Adi, Ipiet, Ensy, Fia, Siwi, Tresno, Alfred, Abednego, Arief, Roy, Melki, Philips dan teman-teman angkatan 2004 lainnya.

Semoga Tuhan Yesus membalas segala kebaikan dan bantuan yang telah mereka berikan kepada penulis selama penulisan laporan ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya, Amin.

Palembang, September 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Motto.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Lampiran.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Gambaran Umum Baja.....	3
2.2 Sambungan.....	8
2.2.1 Klasifikasi Sambungan.....	8
2.2.2 $M-\phi$ Curve.....	18
2.2.3 Plat Sambungan.....	19
2.3 Program SolidWorks dan COSMOSWorks.....	21
2.3.1 SolidWorks.....	21
2.3.2 COSMOSWorks	22
2.4 Elemen Hingga.....	22
2.4.1 Pendahuluan	22
2.4.2 Tipe Dari Elemen	23
2.4.3 Prosedur Analisis Elemen Hingga	25
2.4.4 Keuntungan dan Kerugian Elemen Hingga	25
2.5 Kolom <i>Cruciform</i>	26
2.5.1 Tekuk (<i>Buckling</i>).....	27
2.5.2 Tahanan Tekan (<i>Compressive Resistance</i>)	28

2.5.3 Kelangsingan (<i>Slenderness</i>).....	28
2.5.4 Panjang Efektif.....	29
2.5.5 Kapasitas Kolom (<i>Column Capacity</i>)	29
2.5.6 Penelitian Kolom <i>Cruciform</i> yang Pernah Dilakukan	30
2.5.7 Keuntungan dan Kerugian Kolom <i>Cruciform</i>	30
2.6 Analisa Non-Linier	30
2.7 Von Mises	31
2.8 Momen Plastis.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Umum	32
3.2 Studi Literatur	34
3.3 Pemodelan dengan SolidWorks	37
3.4 Analisis Metode Elemen Hingga (MEH) dengan COSMOSWorks.....	40
3.5 Perhitungan Momen dan Rotasi.....	41
3.6 Perhitungan Secara Manual	42
3.7 Pembahasan.....	49
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Hasil Analisa Program COSMOSWorks	50
4.1.1 Distribusi Tegangan pada Sambungan.....	50
4.1.2 Perhitungan Momen dan Rotasi	56
4.1.3 Kurva Momen-Rotasi ($M-\phi$).....	62
4.2 Hasil Analisa Perhitungan Manual	68
4.3 Pembahasan.....	109
4.3.1 Hasil Analisa Menggunakan COSMOSWorks	109
4.3.2 Perbandingan Nilai <i>Momen Capacity</i>	110
4.3.3 Kurva Momen-Rotasi.....	113
4.3.4 Kolom <i>Cruciform</i>	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	114
5.1 Kesimpulan	114
5.2 Saran	114

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Panjang Efektif untuk masing-masing kondisi perletakan.....	29
3.1	Tabel Dimensi Model Sambungan.....	34
3.2	Dimensi Balok	36
3.3	Kekuatan Material Baja / <i>Design Strength</i>	36
3.4	Kapasitas Tarik Baut Grade 8.8	36
3.5	Ketebalan Maksimum untuk tidak terjadi Modifikasi Distribusi Plastis pada Gaya Baut per Baris	45
4.1	Perhitungan Momen-Rotasi CF1	58
4.2	Perhitungan Momen-Rotasi CF2	58
4.3	Perhitungan Momen-Rotasi CF3	59
4.4	Perhitungan Momen-Rotasi CF4	60
4.5	Perhitungan Momen-Rotasi CF5	61
4.6	Nilai <i>Momen Capacity</i> berdasarkan Kurva $M-\phi$ dari Hasil Analisa Program COSMOSWorks.....	62
4.7	Rekapitulasi Perhitungan Eksak <i>Momen Capacity</i>	109
4.8	Perbandingan Nilai <i>Momen Capacity</i>	112
4.9	Perbandingan Sambungan <i>Flush End Plate</i> dan <i>Extended End Plate</i>	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Kolom	5
2.2	Balok.....	6
2.3	Baut.....	7
2.4	Mur	7
2.5	Plat Penyambung	8
2.6	Sambungan Sempel	9
2.7	Tipe Sambungan Semi-Rigid.....	11
2.8	Kurva Momen-Rotasi Tipe Sambungan Semi-Rigid.....	12
2.9	Sambungan Rigid.....	13
2.10	Klasifikasi Sambungan	14
2.11	Daerah Kritis pada Sambungan	16
2.12	Tipe Keruntuhan Sambungan	17
2.13	Distribusi Kekuatan Baut.....	17
2.14	Kurva Momen-Rotasi untuk Sambungan Sempel, Semi-Rigid dan Rigid	18
2.15	Sambungan <i>Flush End Plate</i>	20
2.16	Sambungan <i>Extended End Plate</i>	20
2.17	Elemen Satu Dimensi	24
2.18	Berbagai Macam Tipe Elemen Dua Dimensi	24
2.19	Berbagai Macam Tipe Elemen Tiga Dimensi	25
2.20	Kolom <i>Cruciform</i>	26
2.21	Penampang Kolom <i>Cruciform</i>	27
3.1	Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir.....	32
3.2	Bagan Analisa Prosedur Penelitian.....	33
3.3	Konfigurasi Sambungan berdasarkan jumlah baris bautnya	35
3.4	Penampang Profil UB	35
3.5	Model Kolom <i>Cruciform</i> Belum Dilubangi dan Telah Dilubangi	38
3.6	Model Balok (a) Sebelum <i>Split Line</i> dan (b) Setelah <i>Split Line</i>	38



3.7	Model <i>End Plate</i> (a) Belum Dilubangi dan (b) Telah Dilubangi	38
3.8	Baut (a) dan Nut (b).....	39
3.9	Contoh Model Sambungan yang telah Dirakit	39
3.10	Contoh Permodelan yang telah dimasukkan input data	40
3.11	Titik (node) yang ditinjau atau diukur	41
3.12	Perhitungan Rotasi.....	42
3.13	Geometri Sambungan	43
3.14	Penyebaran Gaya untuk Web <i>Crushing</i>	46
3.15	Panjang/Penyebaran Gaya Web <i>Buckling</i>	47
3.16	Penyebaran Tahanan yang bekerja pada sambungan.....	48
3.17	Penyebaran Gaya Tarik Baut dan Gaya Tekan.....	49
4.1	Hasil Meshing pada Model.....	50
4.2	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum pada Model CF1	51
4.3	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum pada Model CF2	52
4.4	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum pada Model CF3	53
4.5	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum pada Model CF4	54
4.6	Distribusi Tegangan pada Beban Maksimum pada Model CF5	55
4.7	Kurva M- ϕ pada Model CF1	63
4.8	Kurva M- ϕ pada Model CF2	64
4.9	Kurva M- ϕ pada Model CF3	65
4.10	Kurva M- ϕ pada Model CF4	66
4.11	Kurva M- ϕ pada Model CF5	67
4.12	Kurva M- ϕ pada Semua Permodelan.....	111

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Surat-surat Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Tabel-tabel yang digunakan
- Lampiran 3 : Perhitungan Sambungan *Extended End Plate*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu bangunan dibutuhkan suatu konstruksi yang kuat untuk mendukung struktur dari bangunan itu sendiri. Untuk mendapatkan konstruksi yang kuat bisa didapat dari pemilihan material konstruksi yaitu, kayu, beton dan baja. Masing-masing material memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, pemilihan material dalam suatu konstruksi sangatlah penting.

Saat ini, konstruksi dengan menggunakan material baja banyak diminati. Terlebih lagi pada struktur atap, banyak struktur atap yang menggunakan konstruksi baja. Hal ini disebabkan karena struktur baja mempunyai kekuatan yang sangat tinggi dalam menahan beban. Selain karena kekuatannya yang tinggi, ukuran tampang konstruksi baja juga sangat kecil jika dibandingkan dengan konstruksi beton. Oleh karena itu, struktur baja cukup ringan sekalipun berat jenis baja itu sendiri tinggi. Selain itu, konstruksi baja juga dapat dibongkar pasang untuk dipakai kembali.

Pada konstruksi baja biasanya terdiri dari rangkaian kolom dan balok. Sambungan antara kolom dan balok pada rangkaian baja juga menentukan kekuatan dari konstruksi baja tersebut. Jadi, perilaku sambungan pada konstruksi baja menentukan apakah konstruksi baja tersebut kuat atau lemah. Untuk menganalisa perilaku sambungan pada konstruksi baja dapat menggunakan software dan perhitungan manual.

Dengan alasan inilah dipilih judul "Analisa Perilaku Sambungan Baja Semi-Rigid *Flush End Plate* pada Kolom *Cruciform* dan *Universal Beam*" sebagai bahan penyusunan laporan tugas akhir.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah mengenai perilaku sambungan semi-rigid *flush end plate* pada balok dan kolom *cruciform* sehingga bisa dilihat perbedaan kekuatan sambungan pada balok dan kolom baja. Analisa dilakukan menggunakan program SolidWorks dan COSMOSWorks.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisa perilaku sambungan *flush end plate* balok dan kolom *cruciform* pada konstruksi baja menggunakan program SolidWorks dan COSMOSWorks dengan membuat kurva momen – rotasi ($M-\Phi$).
- b. Membandingkan hasil *momen capacity*, analisa perhitungan program dan manual sambungan *flush end plate* pada balok dan kolom *cruciform* konstruksi baja.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pembahasan penelitian ini dibatasi pada:

1. Desain kolom dengan balok berbagai jenis ukuran penampang.
2. Sambungan yang digunakan adalah *flush end plate* tipe semi-rigid.
3. Penampang kolom berbentuk *cruciform*.
4. Penampang balok menggunakan profil I dengan berbagai macam ukuran.
5. Digunakan British Standard 5950 sebagai standar peraturan.
6. Permodelan menggunakan SolidWorks.
7. Analisa permodelan menggunakan COSMOSWorks.

1.5 Sistematika Penulisan

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

Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini dibahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data, ruang lingkup penelitian, sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas gambaran umum baja, jenisnya serta sambungan-sambungan baja.

Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi rumus-rumus serta metode yang akan 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 laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Tahir, M. M., Shek Poi Ngian. *Performance of Cruciform Column Using Universal Beam Sections under Axial Compression Load*. Jurnal Teknologi: Universiti Teknologi Malaysia. 2005
- (2) Peoy, W. A. *Use of LUSAS Software to Investigate The Behavior of Semi-rigid Flush End Plate Bolted Connection*. Universiti Teknologi Malaysia. 2006
- (3) Tahir, M. M., Sulaiman, A., Saggaff, A. Dan Mohammad, S. *Comparison of Partial Strength Connection Between Extended and Flush End-plate Connections With Trapezoid Web profiled Steel Sections*. Universiti Teknologi Malaysia. 2005
- (4) Lu, F. S. *Finite Element Analysis of Flush End Plate beam to Column Bolted Steel Connection on Major Axis Using LUSAS 13.57 Software*. Universiti Teknologi Malaysia. 2007
- (5) Johan Muhammad dan Saggaff, Anis. *Finite Element Analysis On The Strength Of Flush Endplate Connection With Trapezoid Web Profile Beam Using LUSAS Software*. University Teknologi Malaysia, 2007
- (6) Degertekin, S. O. dan Hayalioglu, M. S. *Design of Non-Linear Semi-Rigid Steel Frames with Semi-Rigid Column Bases*. Electronic Journal of Structural Engineering, 2004. 4
- (7) McCormac, Jack, C. *Structural Steel Design LRFD Method, Second edition*. Harper Collins Collage Publishers. 1995
- (8) Maiziz, Mohd, *Finite Element Investigation on The Strength of Semi Rigid Extended End Plate Steel Connection Using Lusas Software*. University Teknologi Malaysia, 2007
- (9) Husni, Che, Hj Ahmad. *Non-Linier Analysis of a symmetric flush End Plate Bolted Beam-to-column Steel Connection*. Universiti teknologi Malaysia, 2005
- (10) Steel Construction Institute and British Constructional Steelwork Association Limited. 1995, *Joints in Steel Construction. Volume 1: Moment Connections*. Ascot, Berks: Steel Construction Institute, 1996
- (11) British Standard Institution BS 5950-1, *Structural Use of Steelwork in Building Part 1: Code of Practice for Design - Rolled and Welded Sections*. London: British Standard Institution, 2000

- (12) Tahir, M, M., dkk. *Economic Aspects of The Use of Partial and Full Strength Joints on Multi-Storey Unbraced Steel Frames*. University Teknologi Malaysia, 2006
- (13) Nethercot, D. dan Zandonini, R. *Methods of Prediction of Joint Behaviour*. In: *Narayanan, R. (Ed). Structural Connections-Stability and Strength*. Essex: Elsevier Applied Science. Pp 23-62. 1989
- (14) Jaspart, J. P. *General report: Session on Connections*. Journal of Constructional Steel research. Vol. 55, pp 69-89. 2000
- (15) Aggarwal, A. K. dan Coates, R. C. *Moment-Rotation Characteristics of Bolted Beam-Column Connections*. Journal of Constructional Steel Research. Vol. 6, pp 303-318. 1986
- (16) Structural Research and Analysis Corporation (SRAC). *Solid Tutor 2005. Introducing SolidWorks*. 2005
- (17) Structural Research and Analysis Corporation (SRAC). *COSMOS™ 2005. Introducing COSMOSWorks*. 2004
- (18) Weaver, William, Jr dan Paul R. Johnston, *Elemen Hingga untuk Analisis Struktural*. PT. Eresco, Bandung, 1993