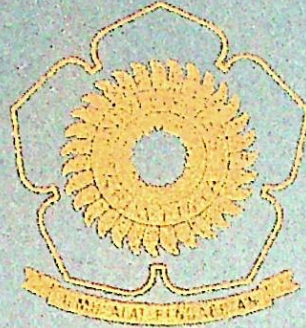


**BAHASAN PERILAKU SAMBUNGAN SEMI-RIGID FLUSH END PLATE
DENGAN PEMASANGAN COMPOSITE STEEL DECKS BERDASARKAN
BRITISH STANDARD**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

ACEFRI DWISYAH PUTRA

03043110075

Dosen Pembimbing

1. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE
2. Ir. H. Imron Fikri Astira, MS

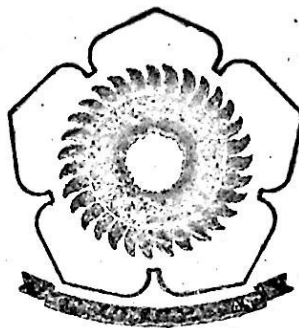
**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2008

R. 17783/18190

**BAHASAN PRILAKU SAMBUNGAN SEMI-RIGID FLUSH END PLATE
DENGAN PEMASANGAN COMPOSITE STEEL DECKS BERDASARKAN
BRITISH STANDARD**

S
691.707
Put
&
e-081070
2008



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

ACEFRI DWISYAH PUTRA

03043110075

Dosen Pembimbing

1. **Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE**
2. **Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2008

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ACEFRI DWISAYAH PUTRA
NIM : 03043110075
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : **BAHASAN PRILAKU SAMBUNGAN
SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* DENGAN
PEMASANGAN *COMPOSITE STEEL
DECKS* BERDASARKAN *BRITISH
STANDARD***

Indralaya, September 2008

Ketua Jurusan,



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

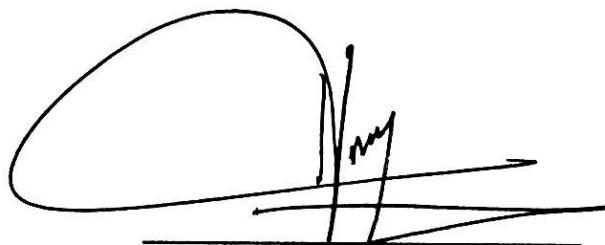
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

NAMA : ACEFRI DWISAYAH PUTRA
NIM : 03043110075
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : **BAHASAN PRILAKU SAMBUNGAN
SEMI-RIGID *FLUSH END PLATE* DENGAN
PEMASANGAN *COMPOSITE STEEL
DECKS* BERDASARKAN *BRITISH
STANDARD***

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal September 2008



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

Tanggal September 2008



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

MOTTO :

**KEBERUNTUNGAN ADALAH HASIL
PEMIKIRAN YANG TELITI DARI
SEBUAH KERJA KERAS**

Tidak ada balasan atas kebaikan melainkan kebaikan pula
Kupersembahkan karya ini untuk :

❖ *Ayah dan ibuku tercinta*

❖ *Kakak dan adik-adikku*

tersayang

❖ *Almamaterku*

BAHASAN PRILAKU SAMBUNGAN SEMI-RIGID *FLUSH END PLATES* DENGAN PEMASANGAN *COMPOSITE STEEL DECKS* BERDASARKAN *BRITISH STANDARD*

Disusun :

ACEFRI DWISYAH PUTRA

(03043110075)

Pembimbing I : Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE

Pembimbing II : Ir.H. Imron Fikri Astira, MS

**FAKULTAS TEKNIK-JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

ABSTRAK

Bahasan Prilaku Sambungan Semi Rigid *Flush End Plates* bertujuan untuk mengetahui prilaku sambungan *Flush End Plates* jika pada balok ditambah *composite steel deck* sebagai perkuatan, sehingga diharapkan didapatkan kapasitas momen yang lebih besar yang dapat diterima oleh struktur tersebut.

Perhitungan yang dilakukan dalam analisa tugas akhir ini menggunakan batasan-batasan berupa faktor keamanan dan faktor desain kekuatan, dimana hasil perhitungan yang didapat akan dibandingkan dengan output program *cosmosworks* yang terintegrasi dari *solidworks*. Sebagai alat bantu perhitungan pada program dan manual digunakan peraturan *British Standard* . Setelah kedua hasil didapatkan diharapkan hasil perbandingan keduanya tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga keakuratan dan besar hasil perhitungan tepat dan akurat.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan pertolongan dan kemudahan bagi kita semua, khususnya kepada saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“BAHASAN PRILAKU SAMBUNGAN SEMI RIGID FLUSH END PLATES DENGAN PEMASANGAN COMPOSITE STEEL DECKS BERDASARKAN BRITISH STANDARD”** tepat pada waktunya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Saya telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. The Greatest , Allah SWT. Yang telah memberikan kekuatan dan ketabahan hati dalam menyelesaikan laporan Kerja Praktek ini.
2. Bapak Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE, selaku Pembantu Rektor 3 Universitas Sriwijaya dan Pembimbing Pertama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
3. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan Pembimbing kedua dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST,MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil,
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu,
6. Ayahanda dan ibunda yang telah memberikan dukungan moril, spiritual dan materil,
7. Kakakku (Meicel Nafrihan) dan adik-adikku (Ismed Tri Febrianda dan M.Syarif Rahmatullah) yang senantiasa memberi dukungan kepadaku,
8. Sahabat-sahabatku senasib sepenanggungan, Rendy, Dhanu, Dede, Dina, Doni, Andre, Joel, Andes, Feri dan semua teman-temanku yang selalu kurindukan yang telah memberikan dukungan dan seluruh teman-teman satu angkatanku CA (*Civil Attack*) Communtiy, CS (*Civil States*), serta Genk Olala dan yang mungkin tidak bisa disebutkan satu-persatu (*I love you guys*) kalian lah yang selalu meramaikan dan membuat warna dihari-hariku.

9. Kakak–kakak tingkatku serta adik–adik tingkatku di teknik sipil Universitas Sriwijaya yang turut membantu.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Akhirnya penulis berharap agar penulisan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekeliruan dan kesalahan yang dibuat. Untuk itu kiranya dapat dimaklumi. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Sekian dan terima kasih.

Indralaya, September 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

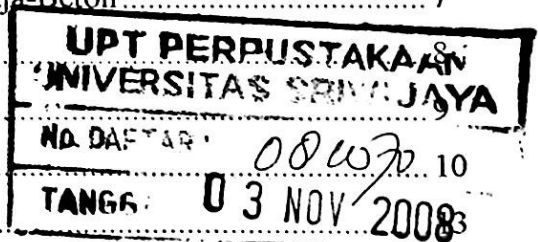
Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	i
Halaman Persetujuan	ii
Motto dan Persembahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Metode Pengumpulan Data.....	2
1.5 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum.....	5
2.1.1 Konstruksi Baja - Beton.....	6
2.1.2 Perancangan Bangunan Baja - Beton.....	6
2.2 Bagian – bagian Pada Konstruksi Baja-Beton.....	7
2.2.1 <i>Composite Steel Deck</i>	
2.2.1.1 <i>Shear Connector</i>	
2.3 Sambungan.....	
2.4 Rancangan Kekuatan Sambungan.....	
2.5 Perangkat Lunak (<i>software</i>) S.WORKS dan C.WORKS	14
2.5.1 Konsep Kerja SOLIDWORKS.....	14



2.5.1.1 Kelebihan dan Kekurangan SOLIDWORKS	15
2.5.2 Konsep Kerja COSMOSWORKS	16
2.5.2.1 Kelebihan dan Kekurangan COSMOSWORKS	16
2.6 Metode Elemen Hingga	17
2.6.1 Jenis – Jenis Elemen	17
2.6.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode Elemen Hingga	17
2.7 Desain Kekuatan	18
2.6 <i>Momen Capacity</i>	20

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Pelaksanaan Penelitian Dan Batasan Ketentuan.....	21
3.2 Rancangan Profil Untuk Analisa Sambungan.....	22
3.3 Desain Model Sambungan Dan Uraian Langkah Perhitungan	24
3.3.1 Perakitan Dan Penggambaran Menggunakan SW	24
3.4 Perhitungan Manual Sebagai Perbandingan	26

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Perhitungan berdasarkan Program SW dan CW	40
4.1.1 <i>Failure</i> Pada Profile.....	40
4.1.2 Analisa Perhitungan Momen-Rotasi.....	56
4.2 Perhitungan Secara Manual Berdasarkan British Standard	76
4.2.1 Daerah Tarik (Compt 1).....	77
4.2.2 Daerah Tekan (Compt 1).....	81
4.2.3 Perhitungan Momen Kapasitas (Compt 1).....	83
4.2.4 Daerah Tarik (Compt 2).....	85
4.2.5 Daerah Tekan (Compt 2).....	89
4.2.6 Perhitungan Momen Kapasitas (Compt 2).....	91
4.2.7 Daerah Tarik (Compt 3).....	93
4.2.8 Daerah Tekan (Compt 3).....	98
4.2.9 Perhitungan Momen Kapasitas (Compt 3).....	99
4.2.10 Daerah Tarik (Compt 4).....	102

4.2.11 Daerah Tekan (Compt 4).....	106
4.2.12 Perhitungan Momen Kapasitas (Compt 4).....	107
4.2.13 Daerah Tarik (Compt 5).....	110
4.2.14 Daerah Tekan (Compt 5).....	114
4.2.15 Perhitungan Momen Kapasitas (Compt 5).....	116
4.3 Perbandingan dan Pembahasan Momen Kapasitas	117

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	120
5.2 Saran	121

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar A.1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	3
Gambar A.2 Bagan Alir Bab Bahasan Tugas Akhir.....	4
Gambar B.1 Variasi Regangan Pada Balok-Balok Komposit.....	7
Gambar B.2 Bagian-Bagian Pada Struktur Komposit Menggunakan <i>Steel Deck</i>	8
Gambar B.3 Penampang Steel Deck Diatas Beam.....	9
Gambar B.4 Jenis-Jenis <i>Shear Connector</i> (Konektor Geser).....	10
Gambar B.5 Gambar Sambungan <i>Extended End Plate</i>	12
Gambar B.6 Gambar Sambungan <i>Flush End Plate</i>	12
Gambar B.7 Zona-Zona Kritis Pada Struktur	13
Gambar B.8 Klasifikasi Kurva $M-\phi$	18
Gambar B.9 Momen Capacity.....	20
Gambar C.2 Konfigurasi Jenis Sambungan <i>Flush End Plate</i>	23
Gambar C.3 Dimensi Universal Beam (UB) dan Universal Column (UC).....	23
Gambar C.4 Profile Baja Dengan <i>Composite Steel Deck</i>	25
Gambar C.5 Langkah Perhitungan Rotasi	26
Gambar C.6 Tipe Keruntuhan 1	29
Gambar C.7 Tipe Keruntuhan 2	29
Gambar C.8 Tipe Keruntuhan 3	30
Gambar C.9 Geometri Sambungan.....	31
Gambar C.10 Syarat Pasangan Baut Yang Dipisahkan Oleh Web	32
Gambar C.11 Letak Pemasangan Baut Sebagai Dasar Pemilihan L_{eff}	33
Gambar C.12 Grafik Nilai α	34
Gambar C.13 Geometri Daerah Tarik	35
Gambar C.14 Penyebaran Gaya Untuk Web (Badan) <i>Crushing</i>	36
Gambar C.15 Panjang dari Tekuk Pada Badan Kolom	37
Gambar C.16 Translasi Dari <i>Potensial Resistence</i> Ke dalam Bentuk Gaya.....	39
Gambar D.1 Pembebanan Serta Perletakan Pada Component 1	41
Gambar D.2 Meshing Pada Component 1	23
Gambar D.3 Displacement Arah Y Pada Component 1	42

Gambar D.4 Displacement Arah Z Pada Component 1.....	42
Gambar D.5 Distribusi Tegangan Pada Component 1.....	43
Gambar D.6 Pembebanan Serta Perletakan Pada Component 2.....	44
Gambar D.7 Meshing Pada Component 2.....	44
Gambar D.8 Displacement Arah Y Pada Component 2.....	45
Gambar D.9 Displacement Arah Z Pada Component 2.....	45
Gambar D.10 Distribusi Tegangan Pada Component 2.....	46
Gambar D.11 Pembebanan Serta Perletakan Pada Component 3.....	47
Gambar D.12 Meshing Pada Component 3.....	47
Gambar D.13 Displacement Arah Y Pada Component 3.....	48
Gambar D.14 Displacement Arah Z Pada Component 3.....	48
Gambar D.15 Distribusi Tegangan Pada Component 3.....	49
Gambar D.16 Pembebanan Serta Perletakan Pada Component 4.....	50
Gambar D.17 Meshing Pada Component 4.....	50
Gambar D.18 Displacement Arah Y Pada Component 4.....	51
Gambar D.19 Displacement Arah Z Pada Component 4.....	51
Gambar D.20 Distribusi Tegangan Pada Component 4.....	52
Gambar D.21 Pembebanan Serta Perletakan Pada Component 1.....	53
Gambar D.22 Meshing Pada Component 1.....	53
Gambar D.23 Displacement Arah Y Pada Component 1.....	54
Gambar D.24 Displacement Arah Z Pada Component 1.....	54
Gambar D.25 Distribusi Tegangan Pada Component 1.....	55
Gambar D.26 Hasil Analisa Menggunakan <i>Cosmosworks</i>	56
Gambar D.27 Displacement Area.....	57
Gambar D.28 Pemilihan Displacement Untuk Perhitungan Momen-Rotasi.....	58
Gambar D.29 Menentukan Nilai Displacement Untuk Setiap Titik.....	59
Gambar D.30 <i>Probe</i> dalam penentuan nilai displacement.....	60
Gambar D.31 Letak Pembebanan Untuk Mencari Momen.....	61
Gambar D.32 Grafik Hubungan Momen-Rotasi Pada Component 1.....	67
Gambar D.33 Grafik Hubungan Momen-Rotasi Pada Component 2.....	68
Gambar D.34 Grafik Hubungan Momen-Rotasi Pada Component 3.....	69

Gambar D.35 Grafik Hubungan Momen-Rotasi Pada Component 4.....	70
Gambar D.36 Grafik Hubungan Momen-Rotasi Pada Component 5.....	71
Gambar D.37 Geometri Sambungan	78
Gambar D.38 Geometri Panjang e , m_1 , m_2	78
Gambar D.39 Penyebaran Gaya Terik dn Tekan Pada Baut.....	79
Gambar D.40 Letak L_t pada Struktur Sambungan	80
Gambar D.41 Letak r , T_c dan T_p	82
Gambar D.42 Bagian-bagian pada struktur pada komponen	71
Gambar D.43 Geometri Sambungan	86
Gambar D.44 Geometri Panjang e , m_1 , m_2	86
Gambar D.45 Penyebaran Gaya Tarik dn Tekan Pada Baut.....	87
Gambar D.46 Letak L_t pada Struktur Sambungan	88
Gambar D.47 Letak r , T_c dan T_p	90
Gambar D.48 Bagian-bagian pada sturktur pada komponen	91
Gambar D.49 Geometri Sambungan	94
Gambar D.50 Geometri Panjang e , m_1 , m_2	95
Gambar D.51 Penyebaran Gaya Tarik dn Tekan Pada Baut.....	95
Gambar D.52 Letak L_t pada Struktur Sambungan	96
Gambar D.53 Letak r , T_c dan T_p	98
Gambar D.54 Bagian-bagian pada struktur pada komponen	99
Gambar D.55 Geometri Sambungan	103
Gambar D.56 Geometri Panjang e , m_1 , m_2	103
Gambar D.57 Penyebaran Gaya Tarik dn Tekan Pada Baut.....	104
Gambar D.58 Letak L_t pada Struktur Sambungan	104
Gambar D.59 Letak r , T_c dan T_p	107
Gambar D.60 Bagian-bagian pada struktur pada komponen	107
Gambar D.61 Geometri Sambungan	111
Gambar D.62 Geometri Panjang e , m_1 , m_2	111
Gambar D.63 Penyebaran Gaya Tarik dan Tekan Pada Baut.....	112
Gambar D.64 Letak L_t pada Struktur Sambungan	112
Gambar D.65 Letak r , T_c dan T_p	115

Gambar D.66 Bagian-bagian pada sturktur pada komponen 115
Gambar D.67 Barchat Perbandingan Momen Kapasitas 117

DAFTAR TABEL

Tabel C.1 Profil UB dan UC	22
Tabel C.2 Beberapa Dimensi Balok dan kolom (305x305x118)	23
Tabel C.3 Kapasitas Tarik Baut	34
Tabel E.1 Tabulasi Perhitungan Momen –Rotasi Component 1	62
Tabel E.2 Tabulasi Perhitungan Momen –Rotasi Component 2	63
Tabel E.3 Tabulasi Perhitungan Momen –Rotasi Component 3	65
Tabel E.4 Tabulasi Perhitungan Momen –Rotasi Component 4	67
Tabel E.5 Tabulasi Perhitungan Momen –Rotasi Component 5	68
Tabel E.6 Momen Kapasitas Dari Output Program	72
Tabel E.7 Momen Kapasitas Dari Perhitungan Manual	106
Tabel E.8 Perbandingan Momen Kapasitas (Manual-Program)	107

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Geometry Sambungan Flush End Plate dan Tipe Keruntuhan
- Lampiran B Maximum Area of Reinforcement
- Lampiran C Beberapa Dimensi Profil dan Penampnag full Skills Test
- Lampiran D Design Strength and Bending strength
- Lampiran E Maximum Bar Diameter For high Bond Bars
- Lampiran F Dimensi-Dimensi Dari Deck
- Lampiran G Harga α dan Critical Zone Pada Sambungan Balok-Kolom
- Lampiran H Surat-Surat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat perencanaan suatu struktur bangunan sipil telah menjadi suatu struktur bangunan, sering terjadinya kegagalan suatu struktur yang biasanya diakibatkan perencana tidak memperhatikan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan dalam standar perencanaan. Kegagalan suatu struktur bangunan yang mungkin dapat terjadi antara lain timbulnya retak-retak ataupun patah pada kolom, balok, dan lantai, hal ini disebabkan kekakuan yang kurang pada balok dan kolom. Sehingga terjadinya lendutan yang melewati batas izin pada balok dan lantai, serta tidak kuatnya kolom menyalurkan beban dan gaya yang diterima sehingga terjadinya tekuk.

Sehingga untuk pembangunan gedung yang tinggi dibutuhkan konstruksi yang kuat. Terutama untuk konstruksi balok dan kolom, konstruksi baja adalah pilihan terbaik untuk menahan konstruksi bangunan yang tinggi, karena konstruksi baja mampu menahan beban yang besar, selain itu konstruksi baja juga sangat efisien dalam segi bobot, kekuatan dan juga pemeliharaan. Serta kekakuan, kekerasan dan daktil (kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan yang besar secara berulang kali dan bolak-balik).

Suatu bangunan struktur baja terdiri dari batang tarik, batang tekan, momen serta sambungan antar struktur baja. Sebagian besar kegagalan suatu konstruksi baja terjadi pada sambungan. Hal ini bisa disebabkan perencanaan sambungan yang kurang sempurna, sehingga tidak berdasarkan standarisasi. Banyak standar yang dapat digunakan dalam perencanaan elemen struktur baja diantaranya adalah SNI (Standar Nasional Indonesia), ANSI/AISC/ACI (*American National Standard*), Euro code, BS (*British standard*), dan lain-lain. Dalam suatu konstruksi balok kolom dengan menggunakan struktur baja, sambungan yang biasa digunakan yaitu *simple*, *rigid* ataupun *semi-rigid*.

Berbagai macam cara yang digunakan untuk menganalisa elemen struktur kolom dan balok baja baik itu secara manual ataupun dengan bantuan program (software). Salah satu software yang dapat digunakan untuk analisa elemen struktur ini adalah dengan menggunakan SOLIDWORKS 2007 yang merupakan perangkat lunak otomasi desain yang biasanya digunakan oleh perancang mesin. Perangkat lunak ini dapat menguraikan berbagai fitur serta dimensi yang detail baik itu gambar 2 dimensi ataupun 3 dimensi. Serta Solidworks mempunyai aplikasi integrasi dengan COSMOSWORKS yang berguna untuk menganalisis profil baja dan desain sambungan pada struktur input dari SolidWorks.

1.2. Perumusan Masalah

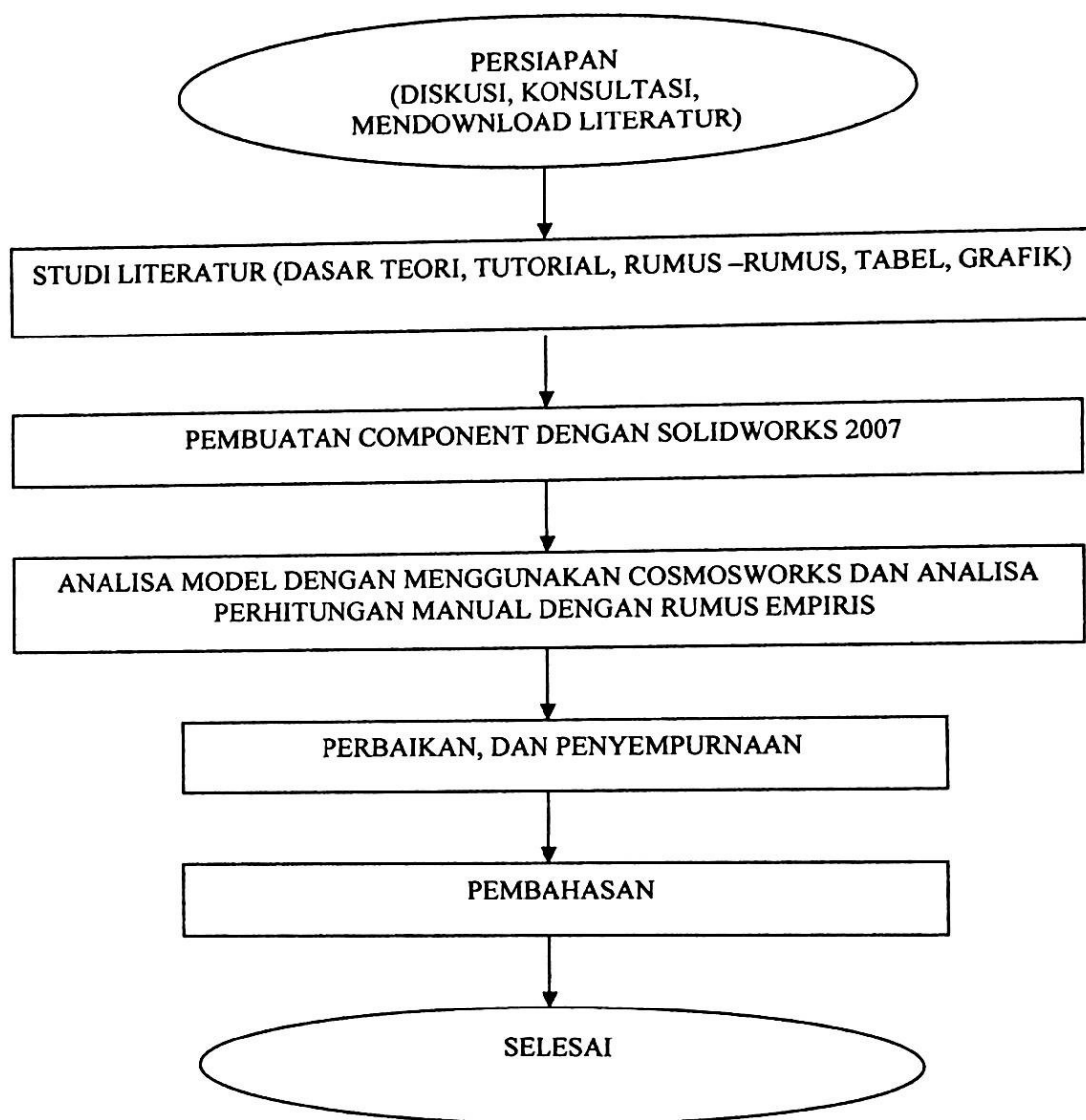
Penelitian ini membahas tentang *Flush End Plate Connection* tipe semi rigid pada desain balok (Universal beam) dan kolom (Universal Couolumn) dengan *Composite Steel Deck* pada kolom sebagai plat lantai dengan beberapa variabel dan permasalahan yang ada. Analisa akan menggunakan bantuan suatu perangkat lunak (software), sehingga hasil yang didapatkan hanya terbatas pada studi pustaka saja, apabila dilakukan pengetestan terhadap profil maka hasilnya akan jauh lebih baik lagi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin didapat dalam penelitian yaitu mengetahui perilaku sambungan *Flush End Plate* tipe semi rigid dengan membandingkan *moment capacity* dari sambungan, yaitu dari hasil COSMOSWORKS™ dan perhitungan manual.

1.4 Metodologi Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa langkah yang dapat dilihat dari Gambar A.1 yang merupakan bagan alir proses penelitian tugas akhir.



Gambar A.1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

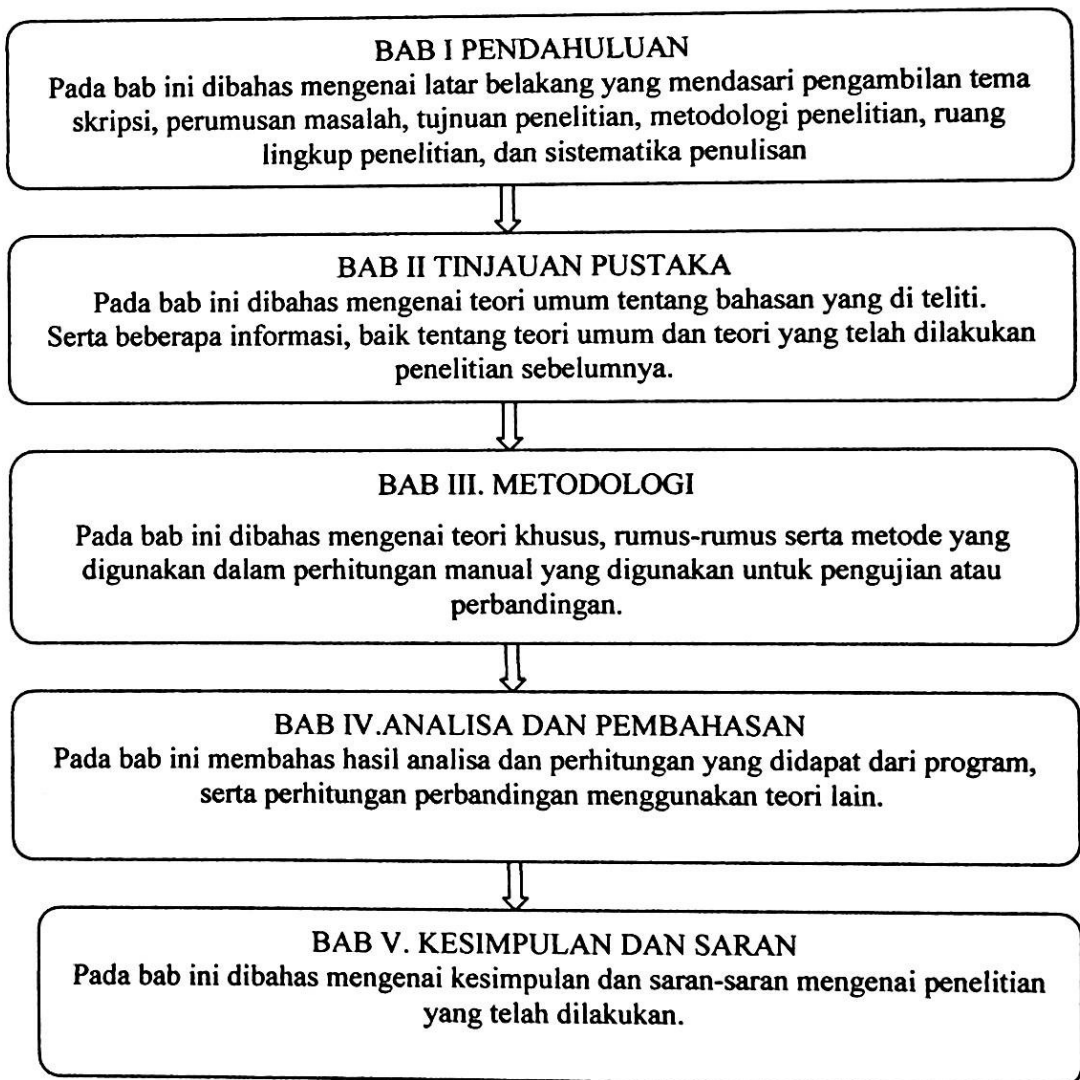
Penelitian ini dibatasi oleh beberapa bahasan yaitu :

1. Desain kolom (*Universal Couolumn 305x305x118*) dengan balok (*Universal beam*) serta penambahan *Composite Steel Decks*.
2. Bentuk Profil yang digunakan adalah profil I baik pada kolom dan balok.
3. Sambungan yang digunakan adalah *Flush End Plate Connection* tipe semi rigid.

4. Standarisasi yang digunakan dalam perhitungan desain yaitu *British Standard 5950*.
5. Penggambaran model struktur serta desain sambungan menggunakan program SOLIDWORKS dan analisa sambungan berupa tegangan, regangan, dan defleksi di dapatkan dari output COSMOSWORKS.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini penulis menyusun menjadi beberapa bab pembahasan yang digambarkan dalam diagram alir A.2 yaitu :



Gambar A.2 Bagan Alir Bab Bahasan Tugas Akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Suatu struktur bangunan terdiri dari berbagai macam material salah satunya struktur bangunan terdiri atas beton (concrete). Dalam konstruksinya beton terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton portland yang terdiri atas agregat (biasanya krikil dan pasir), semen dan air. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi mutu beton yaitu :

1. Perbandingan air dan semen
2. Agregat yang digunakan
3. Kelembapan dan suhu ketika pengeringan
4. Kecepatan pembebanan

Beton dapat dibuat dengan berbagai macam mutu, perbedaan mutu beton biasanya ditunjukkan oleh perbedaan pada kuat tekannya. Beton tak bertulang memiliki sifat yang serupa dengan pasangan bata, sehingga batasan penggunaannya seperti batasan penggunaan pasangan batu bata, namun beton memiliki satu keuntungan lebih dari bebatuan, yaitu bahwa beton tersedia dalam bentuk semi cair selama proses pembangunan sehingga ini mempunyai 3 akibat penting yaitu :

1. Bahan-bahan lain dapat digabungkan dengan mudah
2. Tersedianya beton dalam bentuk cairan, sehingga memudahkan dalam membuat cetakan dengan variasi bentuk yang luas.
3. Proses pencetakannya memberikan sambungan antara element yang sangat efektif dan menghasilkan struktur yang menerus yang menaikkan efisiensi struktur.

Beton bertulang selain memiliki kekuatan tarik juga memiliki kekuatan tekan sehingga cocok untuk struktur bentang panjang serta struktur yang tinggi dan bertingkat banyak. Selain beton baja juga merupakan material stuktur, baja mempunyai

kemampuan menahan beban diatas 250 N/mm^2 sehingga baja bisa menahan beban tarik aksial, tekan aksial dan lentur. Baja memiliki berat jenis yang tinggi membuatnya sesuai untuk digunakan dalam jenis struktur rangka, dimana volume strukturnya rendah jika dibandingkan dengan volume total bangunan yang ditopangnya akan tetapi jangkauan jenis slab yang dibatasi juga digunakan.

Sebuah contoh dari jenis elemen struktur slab adalah penampang deck lantai baja (steel deck) yang digunakan bersamaan dengan beton untuk membentuk suatu struktur komposit unit deck yang terdiri dari pelat datar baja yang memiliki banyak jenis dan variasi. Sebagian besar baja dibuat dengan cara hot rolling (penggilingan dengan pemanasan) atau cold-forming (pembentukan dengan pendinginan).

Profil baja terbagi atas berbagai macam jenis secara umum profil I dan H biasanya digunakan untuk elemen-elemen besar yang membentuk balok kolom pada rangka struktur. Bentuk kanal dan siku cocok untuk elemen-elemen kecil seperti lapisan tumpuan dan sub elemen pada rangka segitiga

2.1.1. Konstruksi Baja-Beton

Balok-balok baja yang dibungkus beton telah digunakan secara luas sejak awal tahun 1900-an sampai berkembangnya material-material ringan untuk perlindungan terhadap api selama 35 tahun terakhir ini. Pada awal tahun 1930-an, konstruksi jembatan mulai menggunakan penampang-penampang komposit. Menjelang tahun 1960-an penggunaan konstruksi komposit pada bangunan sudah ekonomis.

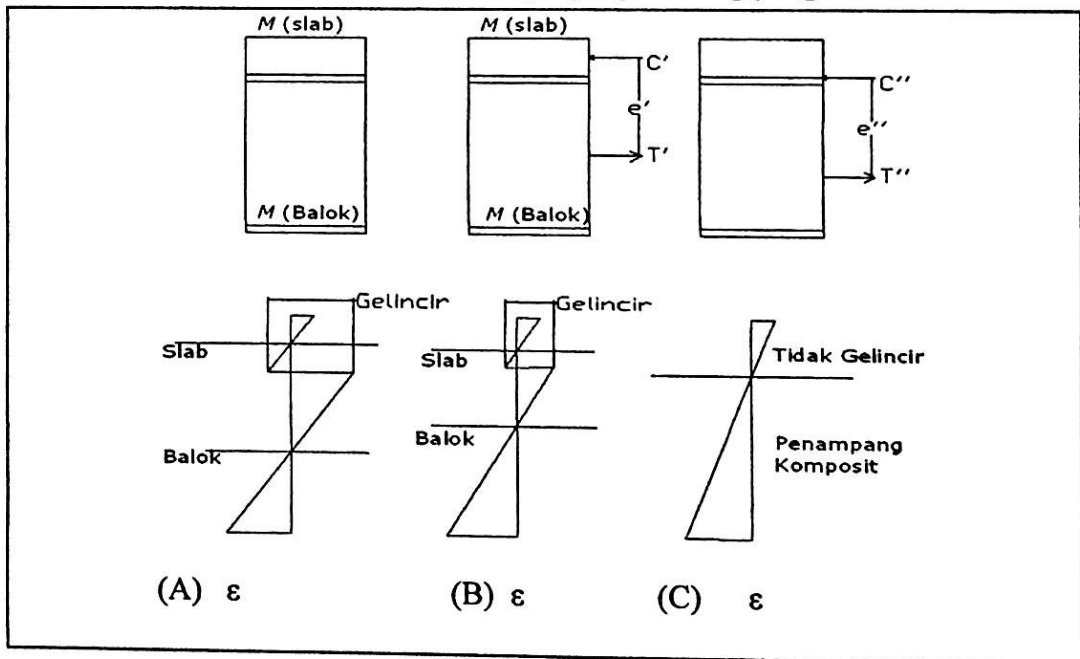
Dalam desainnya konstruksi komposit (baja-beton) untuk sebuah bangunan pada dasarnya menggabungkan material tarik dan tekan untuk memperkuat struktur sehingga bisa menahan gaya atau beban yang bekerja pada struktur itu. sebagai contoh sebuah slab beton cetak di tempat yang solid, yang ditempatkan diatas dan saling dihubungkan dengan gelagar baja berprofil-I.

2.1.2 Perancangan Bangunan Baja Beton

Balok komposit dimana tempat deck diletakkan adalah balok dengan flens lebar (slab beton), secara tipikal membentang 8 sampai 15 feet diantara balok-blok paralel. Teori balok biasa diman tegangan diasumsikan konstan melintang lebar balok pada suatu jarak tertentu dari sumbu netral, *tidak berlaku* untuk kasus ini. Teori plat akan menunjukkan tegangan akan berkurang bila jaraknya bertambah jauh dari bagian yang kaku (dalam hal ini penampang baja) pada balok tersebut (*Brendel, Heins dan fan*).

Para pakar konstruksi komposit telah melakukan penelitian terhadap lebar efektif dari steel deck dalam konteks LRFD dan kemampuan steel deck untuk menumpu slab tersebut. *Viest* (16.5), dalam usulan risetnya mencatat, bahwa sebagai faktor penting dalam aksi komposit adalah bahwa ikatan antara beton dan baja. Konektor geser memberikan interaksi yang diperlukan bagi slab beton dan balok baja untuk bekerja sebagai suatu kesatuan yaitu tidak terjadi gelincir (*slip*). Dalam perancangannya kelebihan dasar yang didapat dari komposit yaitu :

1. Pengurangan berat baja
2. Balok baja lebih dangkal
3. Kekakuan lantai semakin besar dan panjang bentang yang lebih besar.



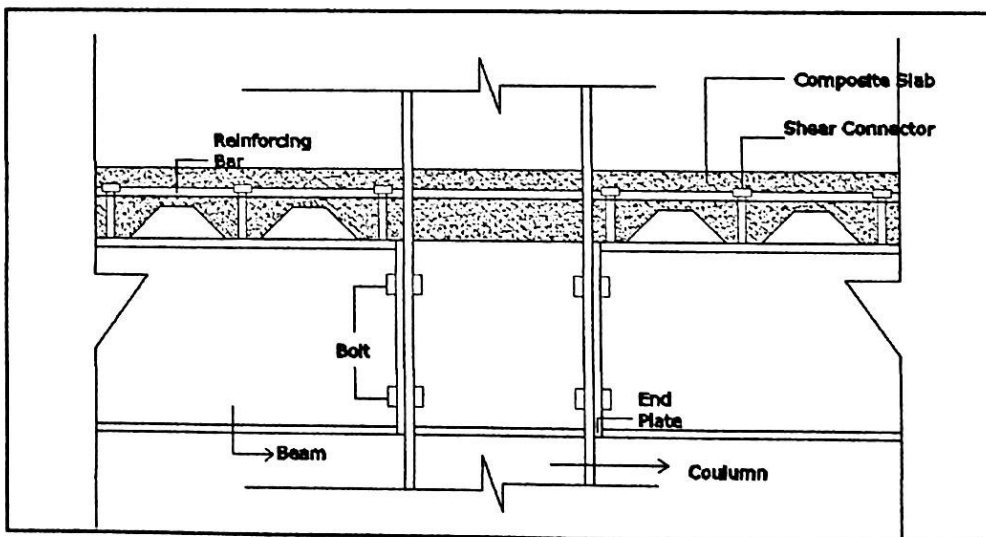
Gambar B.1 Variasi Regangan pada balok-balok komposit

Ket : A. Tanpa interaksi, B. Interaksi parsial, C. Interaksi Lengkap
 C' (Gaya Tekan maks), T' (Gaya tarik Maks)

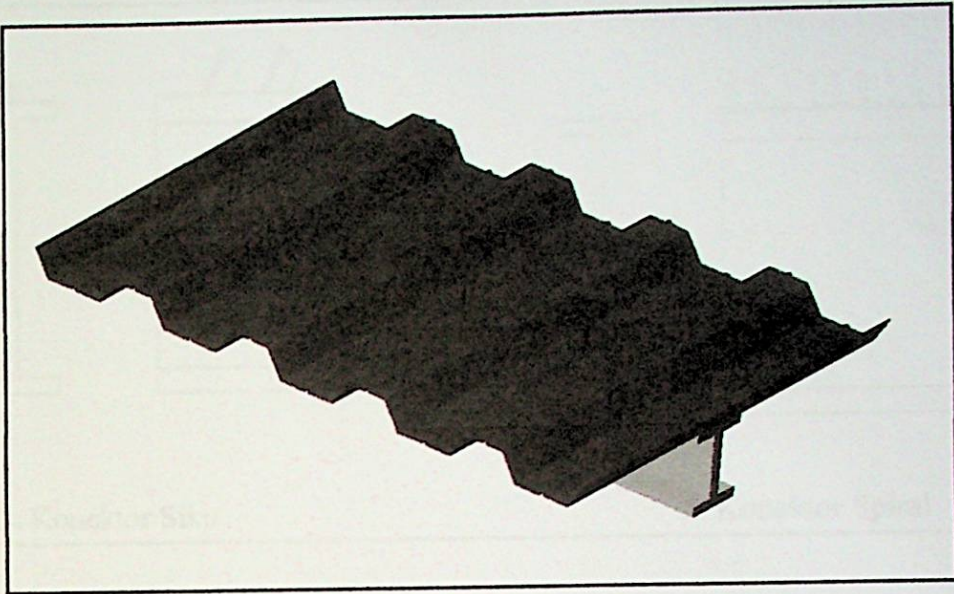
2.2. Bagian-Bagian Pada Konstruksi Baja-Beton

2.2.1 Composite Steel decks

Composite Steel decks merupakan tempat dimana concrete (beton) di letakkan (dicor). Deck diletakkan pada diatas sayap balok yang kemudian diperkuat dengan shear connector *stud* (perkuatan) yang berfungsi sebagai *shear connectors* (penahan gaya geser). Decks sendiri biasa terbuat berupa plat lempengan yang memiliki tebal yang bervariasi 0.0336 inchi (0.835mm) sampai 0.1084 inchi (2.75 mm), decks biasanya terbuat dari *cold form* (baja ringan) dimana baja ringan memiliki berat 0,5 psf (24 Pa) sampai 9 psf (431 Pa). Serta baja ringan memiliki kuat geser (8,8 KN/880 kg/cm²), kuat tarik (15,3 KN/1530 kg/cm²), dan kuat torsi (13,2 KN/1320 kg/cm²). Steel deck berbentuk trepezodial dengan lebar yang relatif biasanya berkisar antara 8ft sampai 15 ft (2.4 m sampai 4.6 m). Di *United States of America* kedalaman untuk patahan steel deck terbagi pada 3 kedalaman yaitu 1.5 inchi (38 mm), 2 inchi (51 mm), dan 3 inchi (76 mm). Tinggi rusuk deck typical adalah 0.5 in, 2in, dan 3 inchi untuk bentangan 8,10,15 ft (LRFD-13.5a dan ASD-15.1). SDI (Steel Deck Institute) menentukan dalam pembuatan *steel deck* haruslah memiliki titik leleh minimum yaitu 33 ksi (227,5 Mpa). Gambar B.6 dan B.7 terlihat bagian-bagian dan struktur steel deck.



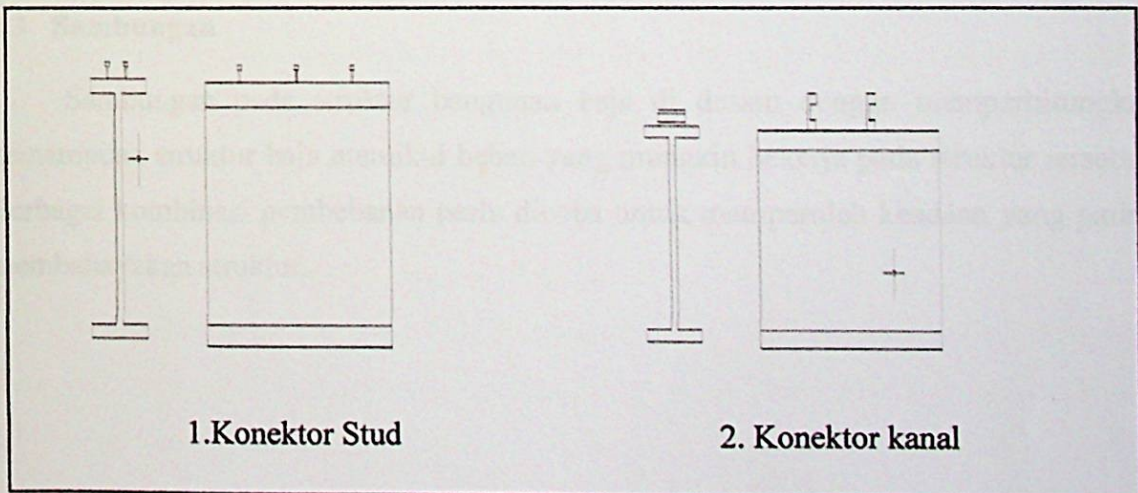
Gambar B.2 Bagian-bagian Pada Struktur Komposit Menggunakan *Steel Deck*

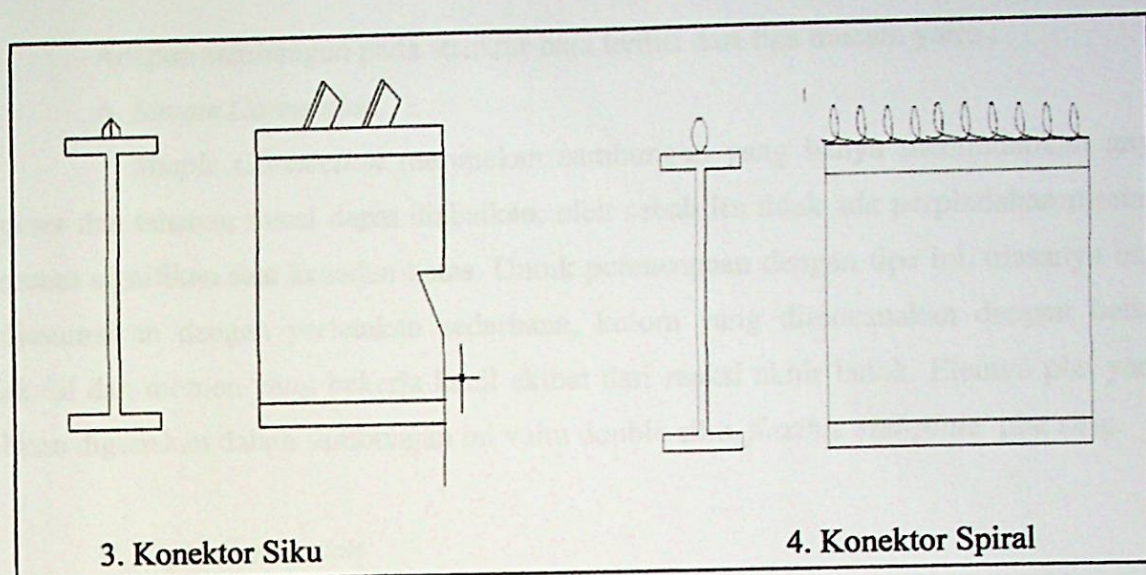


Gambar B.3 Penampang *Steel deck* diatas *Beam*

2.2.1.1. *Shear Connector*

Pada konstruksinya pemasangan steel deck akan menimbulkan gaya geser antara balok dan steel deck yang dipakai, dengan demikian geser horizontal yang terjadi diantara slab dan balok baja selama pembebanan harus ditahan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gelincir. Maka untuk menahan gaya geser tersebut konektor-konektor dibutuhkan (LRFD (Load and Resistance Factor Design) 15.2 dan ASD (Allowable Stress Design)-11). Konektor yang dibuat secara khusus untuk memenuhi spesifikasi AISC(1.5, a.15) adalah konektor *stud* (LRFD-15.3 dan ASD-14)





Gambar B.4 Jenis-jenis *Shear Connector* (Konektor Geser)

Secara ideal untuk pemasangan konektor harus cukup kaku agar dapat memberikan interaksi yang lengkap.

Dalam desain balok kolom struktur komposit kita tidak hanya mendesain apakah balok dan deck (slab concrete) mampu menahan beban yang bekerja tetapi kita harus memperhatikan sambungan balok dan kolom tersebut juga. Ada berbagai macam sambungan yang dapat dilakukan untuk desain struktur komposit. Secara umum dalam kasus ini, sambungan struktur komposit merupakan sambungan antara baja. Berikut tipe-tipe sambungan

2.3 Sambungan

Sambungan pada struktur bangunan baja di desain dengan memperhitungkan kemampuan struktur baja memikul beban yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Berbagai kombinasi pembebanan perlu dicoba untuk memperoleh keadaan yang paling membahayakan struktur.

Adapun sambungan pada struktur baja terdiri dari tiga macam yaitu :

A. *Simple Connection*

Simple Connection merupakan sambungan yang hanya memindahkan gaya geser dan tahanan rotasi dapat diabaikan, oleh sebab itu tidak ada perpindahan momen secara signifikan saat keadaan batas. Untuk perencanaan dengan tipe ini, biasanya baja diasumsikan dengan perletakan sederhana, kolom yang direncanakan dengan beban aksial dan momen yang bekerja kecil akibat dari reaksi akhir balok. Elemen plat yang biasa digunakan dalam sambungan ini yaitu double siku, *flexible end-plate*, plat sirip.

B. *Rigid Connection*

Rigid Connection merupakan suatu sambungan yang cukup kaku dimana diagram bidang momen dapat diabaikan dan dapat menjaga sambungan siku antar batang yang tidak akan merubah perencanaan beban. Sambungan ini di desain dengan tahanan penuh dimana secara teori rotasi relatif tidak akan terjadi diantara sambungan balok. Pada sambungan ini dijaga secara terus-menerus, dimana seluruh momen disalurkan melalui balok kolom bersama dengan gaya geser dan beban aksial. Pada struktur kaku, sambungan dianggap memiliki kekakuan yang cukup untuk mempertahankan sudut-sudut di antara komponen-komponen struktur yang disambung.

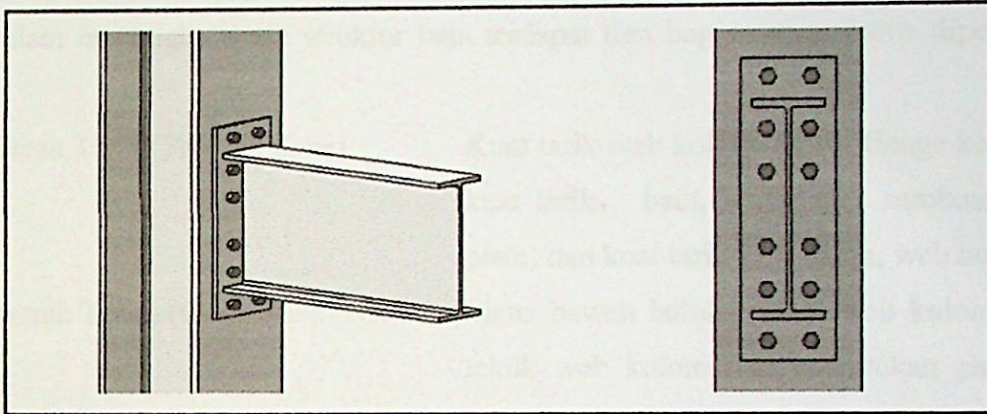
C. *Semi-rigid Connection*

Secara umum dalam suatu struktur bangunan baja tipe sambungan yang sering digunakan yaitu *simple connection* dan *rigid connection*, hal ini disebabkan dalam *Semi-rigid Connection* sulit menjaga suatu kondisi yang ideal atau seimbang, dimana terlihat pada *rigid connection* yang tidak terjadinya rotasi dan pada *simple connection* tidak terjadi momen. Beberapa sambungan menyalurkan momen dan rotasi (perputaran) sudut sampai tingkat drajat tertentu. Sambungan inilah yang biasa disebut dengan sambungan semi rigid. Sambungan ini fleksible. Berikut macam-macam sambungan semi rigid :

1. Sambungan dengan *Extended End Plate*

Sambungan *Extended End Plate* merupakan sambungan pada struktur baja dengan menambahkan plat untuk penyambung yang berbentuk segi empat antara sambungan balok dan kolom dimana penyambungan plat dihubungkan sayap kolom

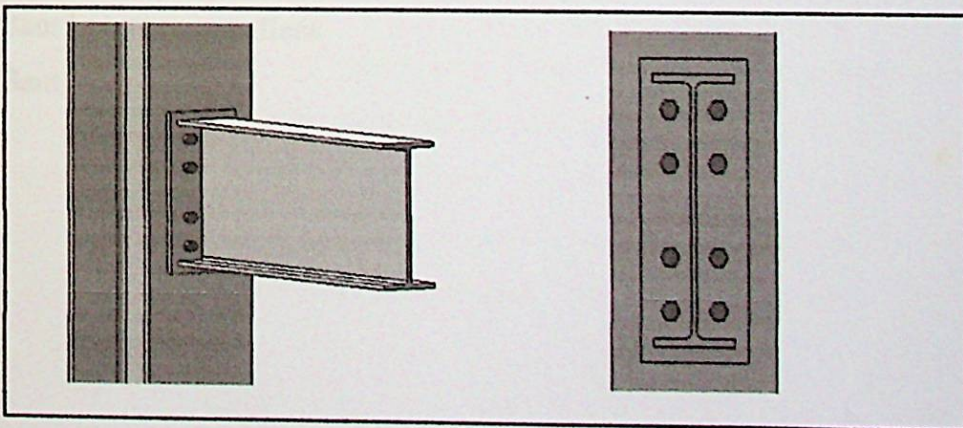
dengan lebar plat sedikit melebihi balok agar dapat dilakukan penambahan baut, sehingga dapat meningkatkan kemampuan baut dalam menerima beban yang bekerja. Tipe semi-rigid pada sambungan *Extended End Plate* dapat menerima aksial, Gaya, Gaya geser, dan momen, ketika beban diberikan pada batang. Gambar B.4 menunjukkan sambungan *Extended End Plate*.



Gambar B.5 Gambar sambungan *extended end plate*

2. Sambungan dengan *Flush End Plate*

Sambungan *Flush End Plate* merupakan sambungan pada struktur baja dengan menambahkan plat untuk penyambung yang berbentuk segi empat antara sambungan balok dan kolom dimana penyambungan plat dihubungkan sayap kolom dengan lebar plat baja segi empat memiliki ukuran tinggi yang sama dengan tinggi balok kemudian plat di las pada ujung balok dan penyambungan plat dihubungkan dengan baut kekuatan tinggi. Gambar B.5 merupakan contoh sambungan *Flush End Plate*.



Gambar B.6 Gambar Sambungan *Flush End Plate*

Diantara berbagai sambungan diatas dalam penelitian ini meneliti sambungan *Flush End Plate*, karna sifat sambungan semi-rigid yang menyalurkan momen dan rotasi (perputaran) sudut sampai tingkat drajat tertentu sehingga akan didapatkan beban maksimum yang dapat bekerja pada sambunga itu dengan desain balok kolom komposit.

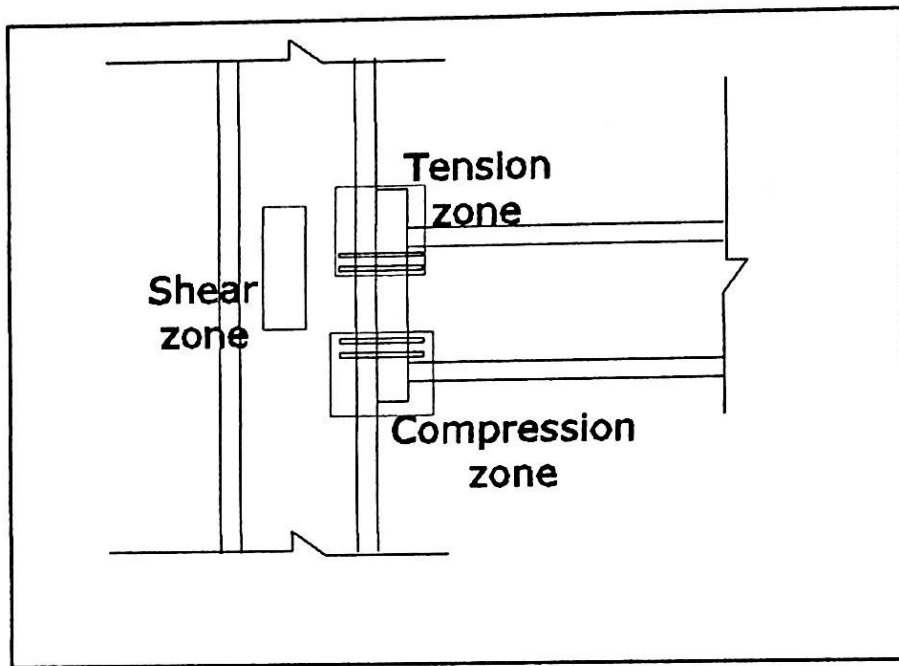
2.4 Rancangan Kekuatan Sambungan

Dalam rancangan suatu struktur baja terdapat tiga bagian yang harus diperhatikan yaitu :

1. Daerah Tarik (*Tension Zone*) Kuat tarik web kolom, lentur flenge kolom dan kuat tarik baut, lentur plat sambungan end plate) dan kuat tarik web balok, web kolom.
2. Daerah Tekan (*Compression Zone*) Flens bawah balok seperti web kolom crushi, tekuk web kolom dan kuat tekan pada flens balok
3. Daerah Geser (*Shear Zone*) Web kolom panel

Kekuatan tiga zona tersebutlah yang menentukan ketahanan momen pada sambungan balok-kolom. Gambar B.7 menggambarkan zona-zona kritis pada struktur Untuk kolom atau lentur plat sambungan, pendekatan diambil untuk menggambarkan sebuah pola garis leleh yang terjadi pada sekitar baut dengan menggunakan pendekatan persamaan T-stubs. Hasil pengecekan berupa :

1. Flens lepas
2. Baut lepas bersama flens
3. Baut lepas



Gambar B.7 Zona- zona kritis pada struktur

Dalam merencanakan suatu struktur bangunan, apabila menggunakan analisis perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan analisis manual maka akan memakan waktu pengerjaan yang lama, ditambah tingkat akurasi yang kurang tepat. Oleh sebab itu diperlukan suatu perbandingan hasil yang didapatkan secara manual dengan hasil yang didapatkan dari output penggunaan perangkat lunak (software) atau program.

Dalam desain dan analisa sambungan Flush End Plate antara Universal beam (balok) dan Universal column(kolom) serta dengan tambahan Composite Steel Decks pada balok, program yang digunakan adalah SOLIDWORKS dan COSMOSWORKS. Namun akan jauh lebih tepat dan akurat perhitungannya apabila penelitian kajian perilaku sambungan pada baja ini dilakukan dengan melakukan percobaan di laboratorium tetapi membutuhkan dana yang dan waktu yang tidak sedikit.

2.5 Perangkat Lunak (*software*) SOLIDWORKS dan COSMOSWORKS

SOLIDWORKS merupakan perangkat lunak otomasi desain yang biasanya digunakan oleh perancang mesin untuk mendesain menggunakan *graphical user interface Microsoft Windows*. Perangkat lunak ini dapat menguraikan berbagai fitur serta dimensi yang detail baik itu gambar 2 dimensi ataupun 3 dimensi. Perangkat lunak ini terdiri dari Mengerjakan komponen (Part), Perakitan (Assembly), dan Penggambaran (Drawing). mudah untuk dipelajari dan memungkinkan para penggunanya menguraikan serta bereksperimen dengan membuat gambar secara detail.

Adapun program yang digunakan dalam menganalisa hasil gambar desain dari SOLIDWORKS yaitu COSMOSWORKS yang merupakan suatu desain aplikasi yang terintegrasi dengan SOLIDWORKS. Software ini menggunakan konsep dasar Metoda Elemen Hingga (FEM) untuk menganalisis dalam perhitungannya menghitung suatu desain dan menampilkan hasil analisa dari desain tersebut. perangkat ini pun memungkinkan bagi para perancang untuk dengan cepat memeriksa kesempurnaan desain yang telah dibuatnya dan dapat melakukan suatu perbaikan dan desain yang jauh lebih baik dan sempurna.

2.5.1 Konsep Kerja SOLIDWORKS

Sistem kerja dari perangkat lunak ini adalah *dimension-driven* yaitu suatu sistem yang dapat menentukan hubungan dimensi dan geometris antar elemen.. dengan merubah dimensi, ukuran dan bentuk komponen akan berubah tergantung dengan keinginan dari pengguna SOLIDWORKS® tersebut. SOLIDWORKS® terdiri dari 3 komponen dalam melakukan suatu penggambaran desain yaitu komponen (*parts*), perakitan (*assembly*), dan penggambaran (*drawing*). Komponen penggambaran dapat menampilkan model yang sama dalam dokumen yang berbeda. Perubahan yang dilakukan terhadap model (part) dalam suatu dokumen yang telah tersimpan, dapat merubah model yang lain yang perakitannya sama dengan part yang telah mengalami perubahan. Langkah pembuatan desain secara ringkas yaitu :

1. Membuat suatu sketsa yang diawali dengan tampilan 2D yang terdiri dari 3 bidang gambar dari dengan mengklik *new* pada *toolbox*.
2. Gambar yang telah di sketsa di 2D dgn memilih suatu bidang gambar dapat di *extrude* (menarik /menambah tinggi/lebar/panjang), *revolve* (perputaran terhadap sumbu tertentu),*loft* (hampir sama dengan extrude tetapi dengan beberapa penampang yang bervariasi) dll.
3. Setelah di dapat maka bagian tadi (no.2) merupakan part maka dapat melakukan perakitan (penggabungan berbagai part).

2.5.1.1 Kelebihan dan Kurangan SOLIDWORKS

Suatu program struktur memiliki kelebihan dan kekurangan dalam menjalankan sistem operasinya masing-masing adapun beberapa kelebihan yang bisa kita dapatkan dalam penggunaan SOLIDWORKS antara lain :

1. *Shortcut* perintah dalam program ini mudah dipahami dengan *toolbox* yang jauh lebih sedikit dibandingkan autocad jadi lebih mudah dihafal.
2. Tampilan/Screening gambar yang lebih terlihat nyata dalam 3D dibandingkan jika kita memakai auto cad yang harus kita render terlebih dahulu.
3. Memiliki tutorial-tutorial yang berupa contoh pelatihan dan petunjuk pemakaian langsung secara online (jika terkoneksi dengan sistem Internet).
4. Gambar yang jauh lebih detail sehingga memudahkan kita untuk menggambar di bidang mana saja dari part yang telah terbentuk.
5. Tersedia library profil baja dari berbagai macam standarisasi dunia yang memungkinkan pengguna untuk memilih desainya.
6. Terintegritasi dengan *CosmosWorks* (*Software* analisis yang dapat digunakan untuk menganalisa desain gambar), *Rhino* (*Software* yang membuat gambar lebih *smooth* (halus)).
7. Perubahan terhadap suatu part maka akan merubah model yang menggunakan part yang mengalami perubahan,maka secara otomatis model tersebut ikut berubah.

Beberapa kekurangan dalam penggunaan SOLIDWORKS antara lain :

1. Dalam instalasi (penginstalan) software ini haruslah didukung oleh spesifikasi komputer cukup tinggi (ex : Ram min 512 Mb, VGA external)
2. Dalam Penggambaran apabila terdapat part yang hilang (terhapus) maka akan menyebabkan model yang telah dirakit akan ikut hilang.
3. Dalam memulai suatu sketsa pemilihanh bidang kerja sangat mempengaruhi untuk penggambaran selanjutnya, maka akan mengakibatkan sedikit kesulitan dalam perakitan.

2.5.2 Konsep Kerja COSMOSWORKS

COSMOSWORKS merupakan software yang pengoperasian perhitungannya berdasarkan *Finite Element Method* (elemen hingga) yang merupakan suatu teknik kuantitatif untuk penelitian desain rancang-bangun.metode elemen hingga yaitu suatu cara untuk menganalisis “persoalan”(suatu sistem baik langit,bumu,molekul yang ada wujudnya dan pembagian objek persoalan dinyatakan dalam angka (numerik)) dengan cara membagi objek persoalan itu menjadi bagian-bagian kecil yang masih dapat diukur besarnya (bukan tak terhingga *infinite*). FEM diterima sebagai metoda analisa standar untuk keadaan umum dan sesuai untuk implementasi komputer. Elemen dalam FEM dapat secara efektif menggantikan suatu model yang kompleks dengan pemecahan yang sederhana.

2.5.2.1 Kelebihan dan Kekurangan COSMOSWORKS

Perhitungan dengan menggunakan COSMOSWORKS memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan menggunakan COSMOSWORKS yaitu :

1. Bentuk penampang yang dianalisa hampir sama dengan penampang sebenarnya di lapangan (*full skill*).
2. Metoda analisa yang digunakan adalah *Finite Element Method* (metoda elemen hingga) yang telah menjadi standrisasi perhitungan rancang-bangun..
3. Ketepatan dalam perhitungan mencapai akurasi 90%.

4. Mampu menganalisa seluruh bentuk model yang dikehendaki.

Beberapa kekurangan dalam penggunaan COSMOSWORKS yaitu :

1. Dalam memproses perhitungan analisa (*run*) membutuhkan waktu yang cukup lama.
2. Letak/posisi kesalahan pada saat *run* sulit ditemukan

2.6. Metode Elemen Hingga (*finite Element method*)

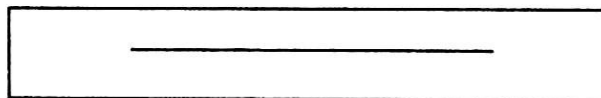
Metode elemen hingga (FEM) merupakan suatu cara membagi suatu model struktur menjadi bagian-bagian kecil dan umumnya memiliki geometri yang lebih sederhana. Tujuan utama dari pembagian elemen adalah agar dapat menentukan suatu nilai pendekatan tegangan, regangan pada setiap titik suatu struktur serta peralihan struktur.

2.6.1. Jenis-Jenis elemen

Elemen yang biasa digunakan dalam perhitungan secara umum ada 3 macam :

1. Elemen satu dimensi

Pembagian elemen dengan Elemen ini biasa terlihat pada rangka-rangka batang yang diasumsikan sebagai garis yang lurus atau satu koordinat, dapat dilihat pada gambar B.8



Gambar B.8 Elemen Satu dimensi berupa garis

2. Elemen dua dimensi

Elemen ini bekerja pada dua sumbu koordinat yaitu x dan y , permodelan dari elemen dua dimensi ini cukup banyak yaitu segitiga, segiempat ataupun ada yang berupa poligon, namun yang biasa digunakan adalah elemen segitiga dan segiempat. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar B.9

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Pelaksanaan Penelitian dan Batasan Ketentuan

Berbagai macam cara yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan suatu struktur baja, namun dalam hal penelitian ini model cara perhitungan yang digunakan menggunakan bantuan perangkat lunak yang terintegrasi dengan SOLIDWORKS yaitu COSMOSWORKS. Karna prinsip kerja perhitungan COSMOSWORKS ini merupakan aplikasi dari Finite Element Method (metode elemen hingga) yang merupakan metoda analisa standar untuk keadaan umum.

Selain itu ada beberapa faktor yang merupakan suatu ketentuan dalam penelitian ini Dimana perletakan yang akan dipasang pada kolom yang akan dihitung adalah jepit-roll, sedangkan struktur balok berupa *Universal beam* (UB) , kolom *Universal column* (UC) dengan tambahan berupa *composite steel decks* yang terpasang di balok yang juga terdapat concrete (beton) di atasnya. Sambungan yang digunakan adalah *flush end plate*. Dengan desain yang telah ditentukan barulah profil ini digambarkan dalam SOLIDWORKS, Penggambaran profil dilakukan secara bertahap dalam program ini kemudian dengan bagian-bagian yang telah dibuat maka akan digabungkan (*assembly*) masih dengan menggunakan program SOLIDWORKS.

Assembly (penggabungan bagian-bagian) haruslah dilakukan dengan teliti. Setelah penggabungan dari bagian-bagian gambar tadi di *assembly* maka profil akan terbentuk dalam satu kesatuan struktur. Struktur inilah yang akan dianalisa (*running*) oleh program COSMOSWORKS yang sebelum di analisa haruslah kita tentukan terlebih dahulu material penyusun struktur tersebut.

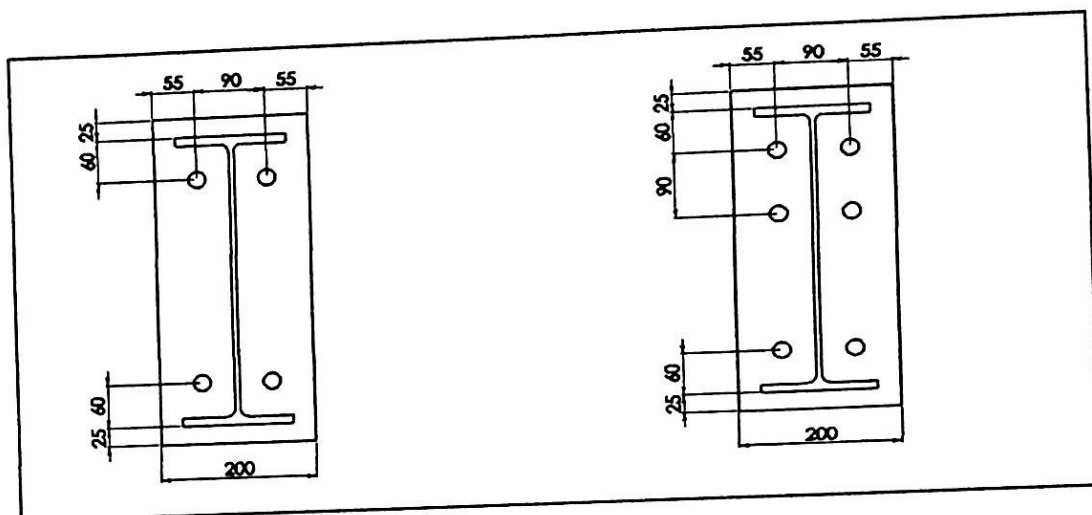
3.2 Rancangan Profil Untuk Analisa Sambungan

Untuk perhitungan maka akan dicari hubungan antara momen dan rotasi yang didapat dari hasil output COSMOSWORKS, yang kemudian akan dibandingkan dengan perhitungan manual karena untuk perbandingan secara *full skill* (eksperimen) atau dengan cara sebenarnya di laboratorium tidak dilakukan maka untuk perhitungan manual yang akan dibandingkan yaitu *moment capacity*. Namun dalam permodelan untuk mencapai suatu perhitungan maka sebelumnya memerlukan dimensi dan konfigurasi profil yang akan diteliti baik untuk UB, UC dan composite steel decks (termasuk concrete) yang akan digunakan, dengan rincian Sebagai berikut :

1. Dimensi rentang panjang steel deck $L = 1.5$ m, rentang untuk lebar $b = 1.2$ m, kedalaman slab untuk concrete $D_s = 130$ mm, kedalaman profil $D_p = 50$ mm dengan sudut trapezoid 45° tinggi dari dasar deck 50 mm, dengan
2. Shear connector dengan diameter 19 mm dengan tinggi 90 mm.
3. Tebal concrete (lapisan beton) lapisan atas 80 mm, bagian bawah 50 mm.
4. Sedangkan profil Universal beam dan Universal Column dengan dimensi bentang balok 1.5 m dan bentang kolom 3m dan end plate $50 + D_{\text{balok}}$, profil yang dipakai terdapat pada tabel C.1 sebagai berikut :

Nama Model	Balok (UB)	Kolom (UC)	Jumlah Baris Baut (A-B)	End Plate	Baut
Comp-1	254x146x43	305x305x118	(1-1)	200x12	20
Comp-2	305x165x46		(1-1)		
Comp-3	356x127x39		(2-1)		
Comp-4	356x171x67		(2-1)		
Comp-5	406x140x46		(2-1)		

Tabel C.1 Profil UB dan UC Beserta desain baut



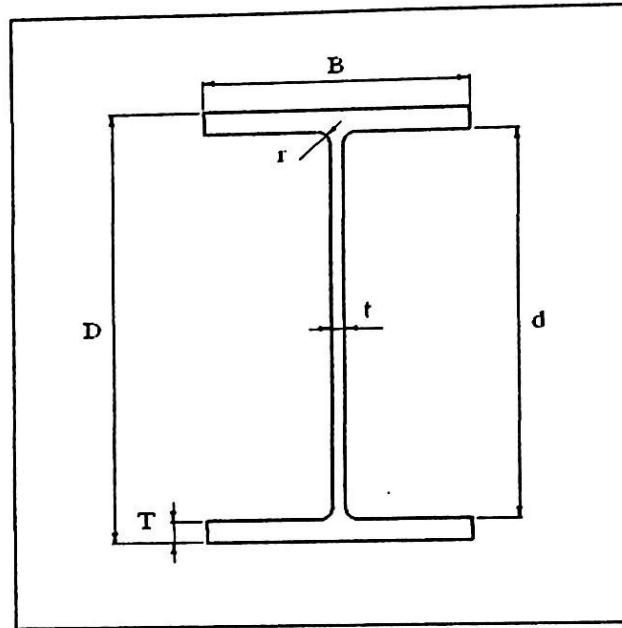
Gambar C.2 Konfigurasi jenis sambungan *Flush End Plate*

Dari profil yang telah ditentukan yaitu profile balok dan kolom dengan baja I secara umum berikut merupakan profil I Berdasarkan SCI :

Tabel C.2 Beberapa Dimensi Balok dgn Kolom BS (305x305x118)

Profil	Design		Tinggi i	Lebar	Ketebalan		Fillet Radius	Tinggi antara Fillet
	Ukuran mm	Masa kg/ m			Flange	Web		
			D mm	B mm			T mm	t mm
UB	254 x 102 x 28		260,4	102,1	10,0	6,4	7,6	225,1
	254 x 146 x 43		259,6	147,3	12,7	7,3	7,6	218,9
	305 x 127 x 48		310,4	125,2	14,0	8,9	8,9	264,6
	305 x 165 x 46		307,0	165,7	11,8	6,7	8,9	265,7
	356 x 127 x 39		352,9	126,0	10,7	6,5	10,2	311,2
	356 x 171 x 67		364,0	173,2	15,7	9,1	10,2	312,3
	406 x 140 x 46		402,4	142,4	11,2	6,9	10,2	359,7
	406 x 178 x 67		409,5	178,8	14,3	8,8	10,2	360,5
	457 x 152 x 67		457,3	151,9	15,0	9,1	10,2	406,9
457 x 191 x 82		460,3	191,3	16,0	9,9	10,2	407,9	
UC	305 x 305 x 118		314,3	306,8	18,7	11,9	15,2	246,6

Dimana :



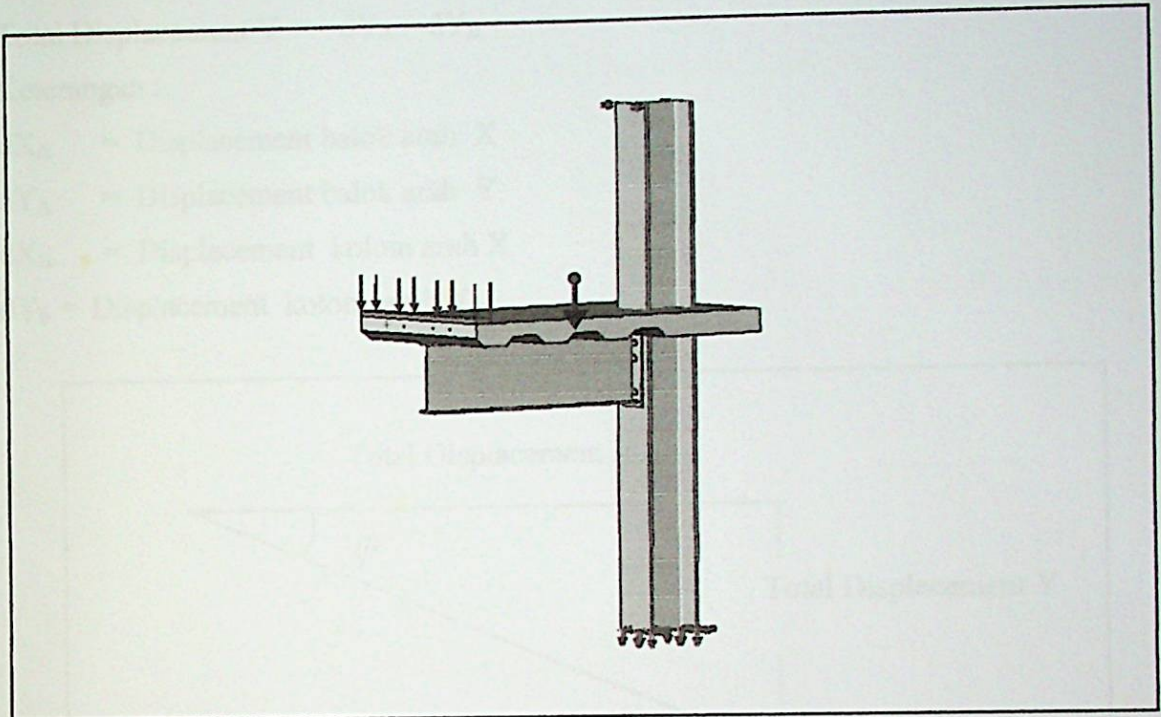
Gambar C.3 Dimensi Universal Beam (UB) dan Universal Column (UC)

3.3 Desain Model Sambungan dan Uraian Langkah Perhitungan

3.3.1 Perakitan dan Penggambaran Menggunakan SOLIDWORKS

Untuk membuat suatu gambar maka terlebih dahulu diperlukan part-part yang dapat dirakit serta disusun agar sesuai dengan rancangannya profil sambungan yang ingin dibuat. Dalam penggambaran part diambil part-part yang telah tersedia pada *library (toolbox)* karena penelitian ini berdasarkan British Standard maka diambil toolbox profil yang terdapat pada BSI.

Contoh langkah penggambaran adalah menggambar balok (beam) dimana *Universal beam* telah tersedia di tool box, setelah itu pilih properti beam yang diinginkan dalam penggambaran. Begitu juga untuk kolom (universal column) serta baut dan nuts. Namun untuk end plate, steel deck digambar secara manual.



Gambar C.4 Profil Baja dengan Composite Steel decks dengan beban serta perletakan (Beam 406x140x46, Column 305x305x18)

Adapun untuk perhitungan momen dan rotasi yaitu :

1. Momen

Karna terjadi beban merata dan dalam 3 dimensi maka mencari momen dengan cara

$$M = (\text{Beban} \times \text{Panjang} \times \text{lebar}) \times \text{Jarak} \dots \dots \dots \text{Pers 3.A}$$

Dimana jarak = 1400 mm

Panjang = 1200 mm (Pembebanan)

Lebar = 200 mm (Pembebanan)

2. Rotasi

Perhitungan rotasi pada sambungan menggunakan teori pythagoras. Dengan asumsi bahwa displacement yang terjadi cukup kecil sehingga dianggap garis lurus.

$$\phi = \text{Tan}^{-1} (\text{Total displacement Y} / \text{Total Displacement X}) \dots \dots \dots \text{Pers 3.B}$$

Dimana :

$$\text{Total Displacement X} = D_o/2 + 100 + dX_A + dX_B$$

$$\text{Total Displacement Y} = dY_A - dY_B$$

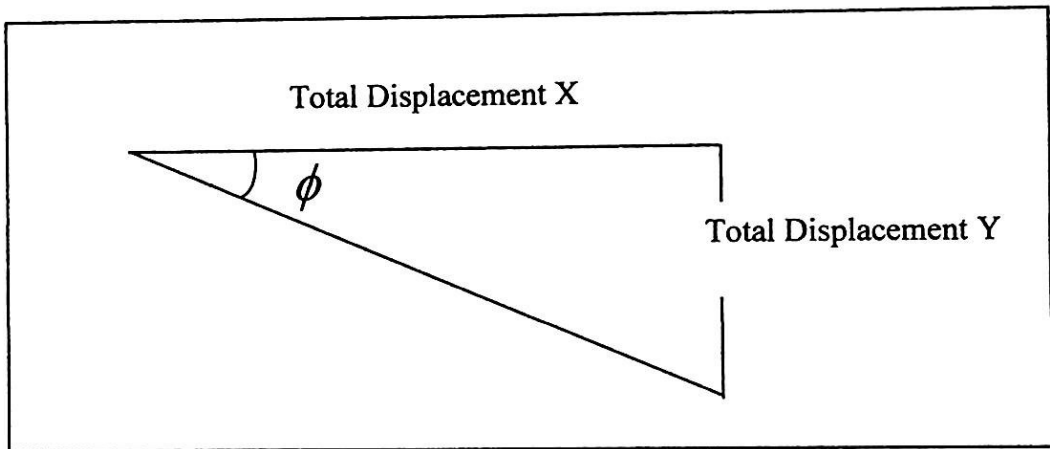
Keterangan :

dX_A = Displacement balok arah X

dY_A = Displacement balok arah Y

dX_B = Displacement kolom arah X

dY_b = Displacement kolom arah Y



Gambar C.5 Langkah Perhitungan Rotasi

3.4 Perhitungan Manual Sebagai Perbandingan

Dalam penyelesaian penelitian ini akan dibuat suatu perbandingan manual dengan suatu ketentuan dan peraturan yang akan ditentukan untuk mencari momen capacity.

Untuk menghitung secara manual maka hal yang perlu pertama dilakukan yaitu desain yang akan di analisa. Sehingga dapat dilakukan langkah-langkah berikut :

Reaksi dari komponen-komponen daerah tarik merupakan komponen pertama yang diperhitungkan hanya untuk mencari besar gaya. Hal ini tergantung oleh sambungan yang diberikan dalam struktur tersebut.

A. Reinforcement

Gaya reaksi dari perkuatan (*reinforcement*) dibatasi oleh kuat dari tulangan yang tergantung dari luasan dari perkuatan (dalam hal ini Concrete Beton Bertulang).

Yang digunakan diatas deck

$$P_{reinf} = \frac{F_y A_{reinf}}{\gamma_m} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 3.1}$$

dimana F_y = Desain Kuat Tekan dari *reinforcement*

A_{reinf} = Luas daerah reinforcement

γ_m = Faktor keamanan reinforcement (1.5)

Sebelum menentukan menghitung gaya tekan yang terjadi harus memperhitungkan luas *reinforcement* berdasarkan profil yang digunakan.

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c}{\mu} \frac{f_{cu}}{f_y} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.2}$$

Dimana b_c = Lebar kolom

d_c = Kedalaman Slab (Beton) diatas deck

f_{cu} = Kekuatan tekan beton

f_y = Kekuatan leleh dari tulangan

A_L = Luas longitudinal maksimum

μ memiliki fungsi yang berbeda tergantung dari rencana momen sambungan dan kedalaman balok :

$$\mu = 1 - \frac{M_{Low} H_{r1}}{M_{High} H_{r2}} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.3}$$

Dimana:

M_{Low} = Kapasitas momen terkecil untuk rencana sambungan Baut yang digunakan (untuk sambungan plastis (ex : M₂₀, M₂₂, etc))

M_{High} = Kapasitas momen untuk rencana sambungan terbesar

Namun secara umum ketidakseimbangan dalam momen tidak diizinkan dalam rangka jepit, sehingga perkuatan maksimum tidak menjadi tak terhingga. Biasanya momen kapasitas yang digunakan dalam perencanaan sambungan sama sehingga menghasilkan $\mu = 0$ (nol) yang berarti luasan area longitudinal (A_L) menjadi tak hingga.

B. Geometri sambungan untuk menghitung lentur end plate dan kolom serta kekuatan baut.

Geometri Sambungan

- Kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0,8r_c \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.4}$$

$$e = \frac{B_c}{2} - \frac{g}{2} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.5}$$

n = nilai terkecil dari e (*column flange*), e (*endplate*) atau $1,25 \times m$ (*column flange*)

- Balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0,8s_{ww} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.6}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.7}$$

n = nilai terkecil dari e (*column flange*), e (*endplate*) atau $1,25 \times m$ (*endplate*)

- Plat Sambungan (End Plate)

$$m_x = x - 0,8s_{wf} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.8}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.9}$$

n = nilai terkecil dari e_x atau $1,25 \times m_x$

2. Perhitungan tahanan baut pada daerah tarik

- Lentur Flens Kolom

Mencari L_{eff}

$$L_{eff} = 2\pi m \quad \text{atau} \quad L_{eff} = 4m + 1,25e, \quad \text{ambil nilai minimum}$$

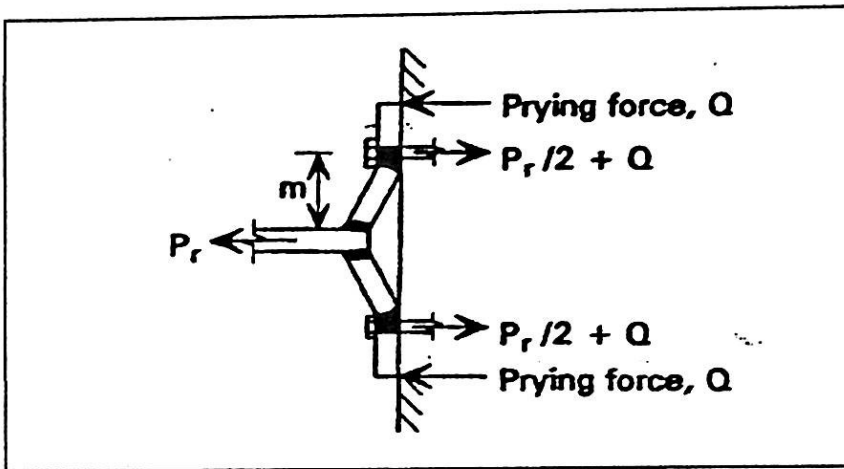
Momen Plastis (M_p)

$$M_p = \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times p_{yc}}{4} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 4.1}$$

Mencari tipe keruntuhan kritis

$$\text{Tipe 1 : } P_r = \frac{4M_p}{m}$$

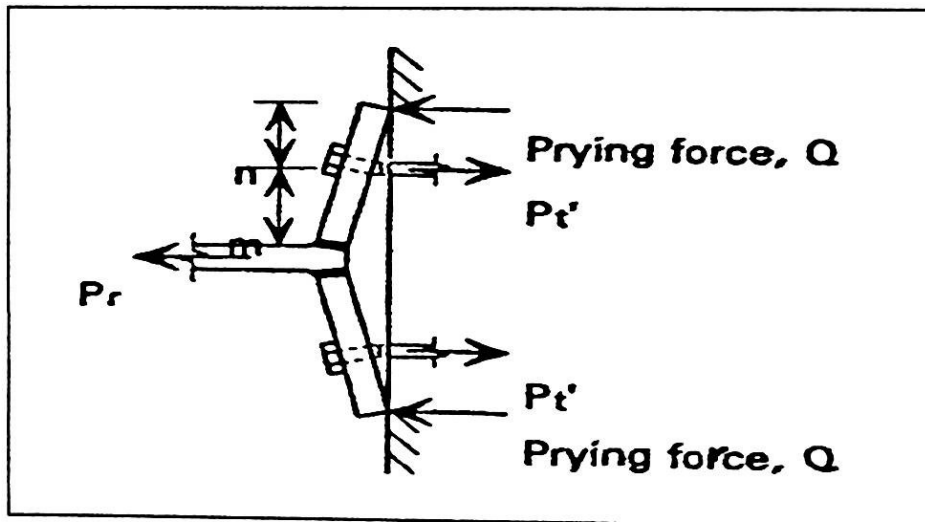
..... Pers 4.2



Gambar C.6 Tipe Keruntuhan 1

$$\text{Tipe 2 : } P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_i'}{m+n}$$

..... Pers 4.3



Gambar C.7 Tipe Keruntuhan 2

Mencari tipe keruntuhan kritis

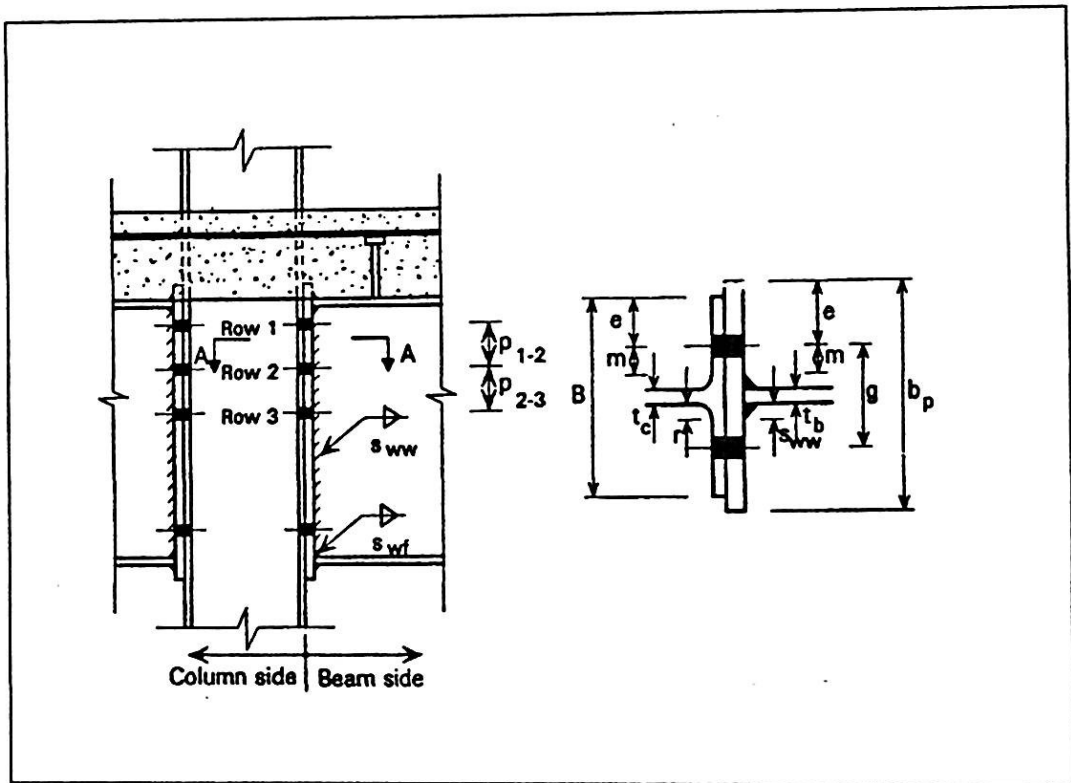
$$\text{Tipe 1 : } P_r = \frac{4M_p}{m_x}$$

$$\text{Tipe 2 : } P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_i'}{m_x + n_x}$$

$$\text{Tipe 3 : } P_r = \Sigma P_i'$$

ambil nilai yang terkecil diantara ketiga tipe diatas.

Berikut merupakan keterangan lebih lengkap dari geometri sambungan :

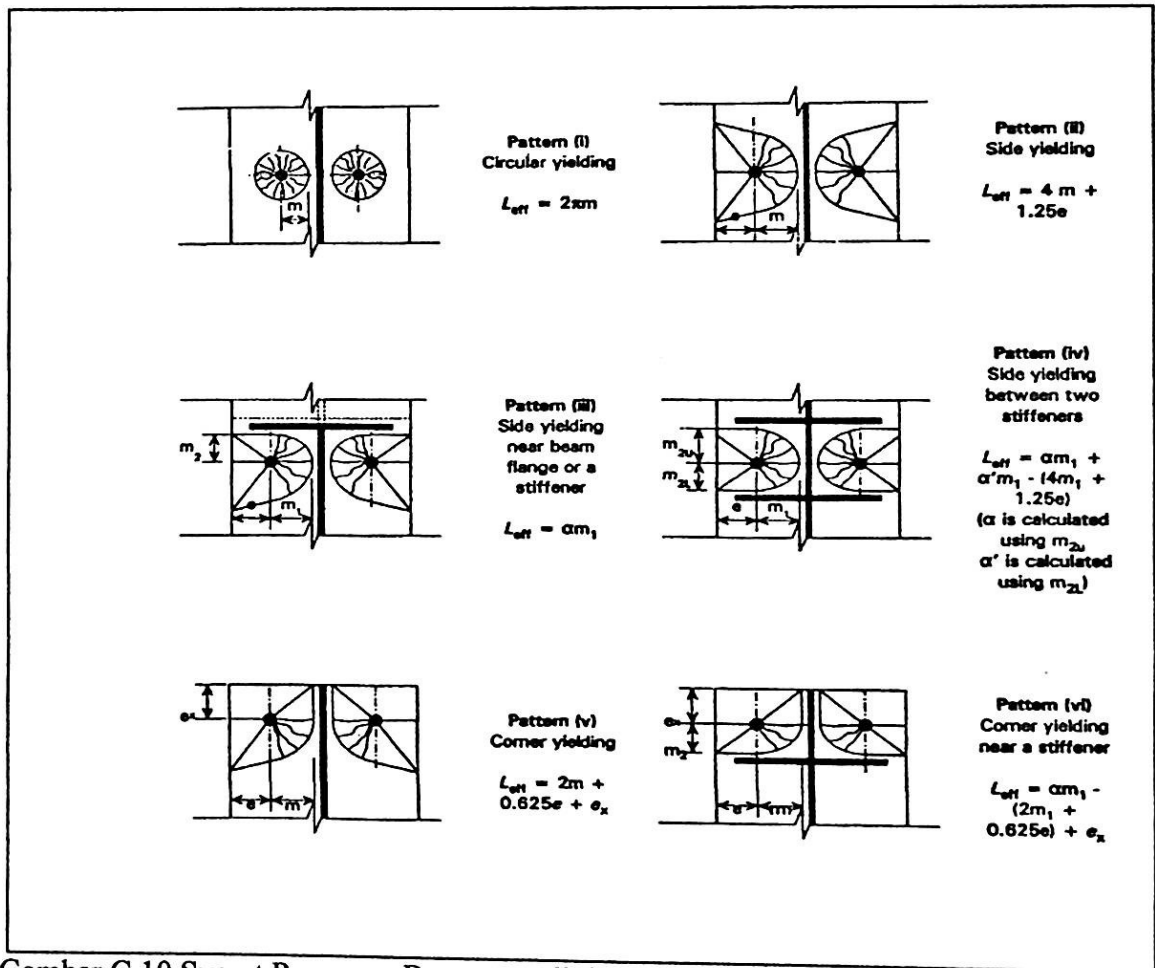


Gambar C.9 Geometri sambungan

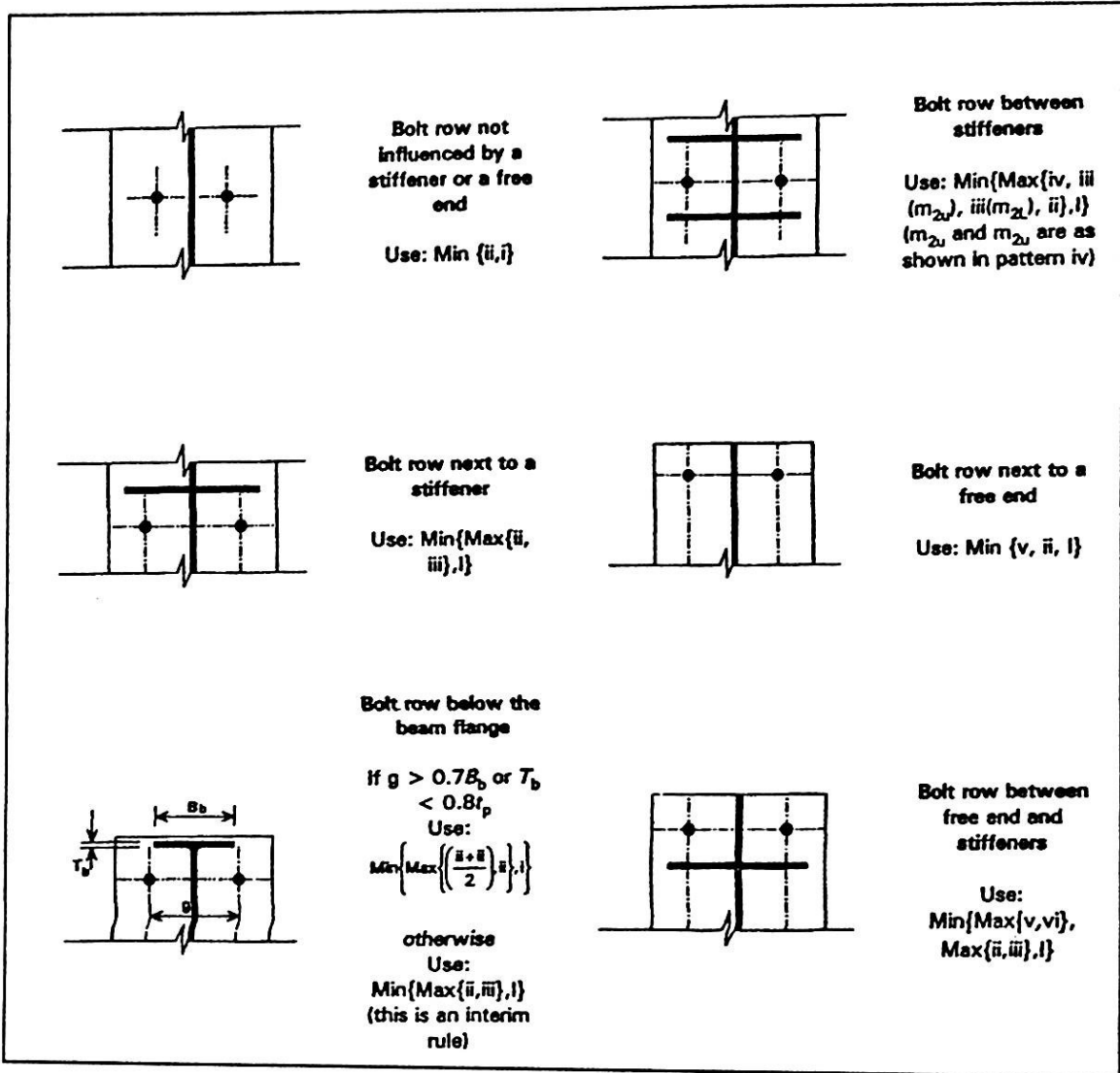
- Dimana
- g = Jarak Horizontal Antara Baut dan Titik Pusat
 - B_p = Lebar Dari Plat Sambungan (End Plate)
 - B = Lebar Flens Kolom
 - T_b = Tebal badan Balok
 - T_c = Tebal badan kolom
 - S_{ww} = Bentang *Fillet Weld* end plate terhadap badan balok (8FW)
 - S_{wf} = Bentang *Fillet Weld* terhadap flens balok

- P_r = Gaya reaksi dari baris baut atau grup baut
 P_t' = Besar kapasitas tarik baut (lihat pada tabel C.2)
 $\sum P_t'$ = Total kapasitas tarik untuk semua baut-baut dalam baris
 M_p = Momen kapasitas plastis dari persamaan T-stub untuk flens kolom atau end plate.
 L_{eff} = Panjang efektif dari garis leleh di dalam persamaan T-stubs
 t = Flens kolom atau tebal plat
 P_y = Kekuatan rencana dari kolom/end plate
 m = Jarak dari pusat baut ke 20 % jarak ke pusat kolom atau lasan end plate

Berikut merupakan L_{eff} untuk Persamaan T-stubs untuk baut pada sambungan



Gambar C.10 Syarat Pasangan Baut yang dipisahkan oleh web pada flens kolom dan end plate nilai dari α di dapat dari graphik pada gambar C.12

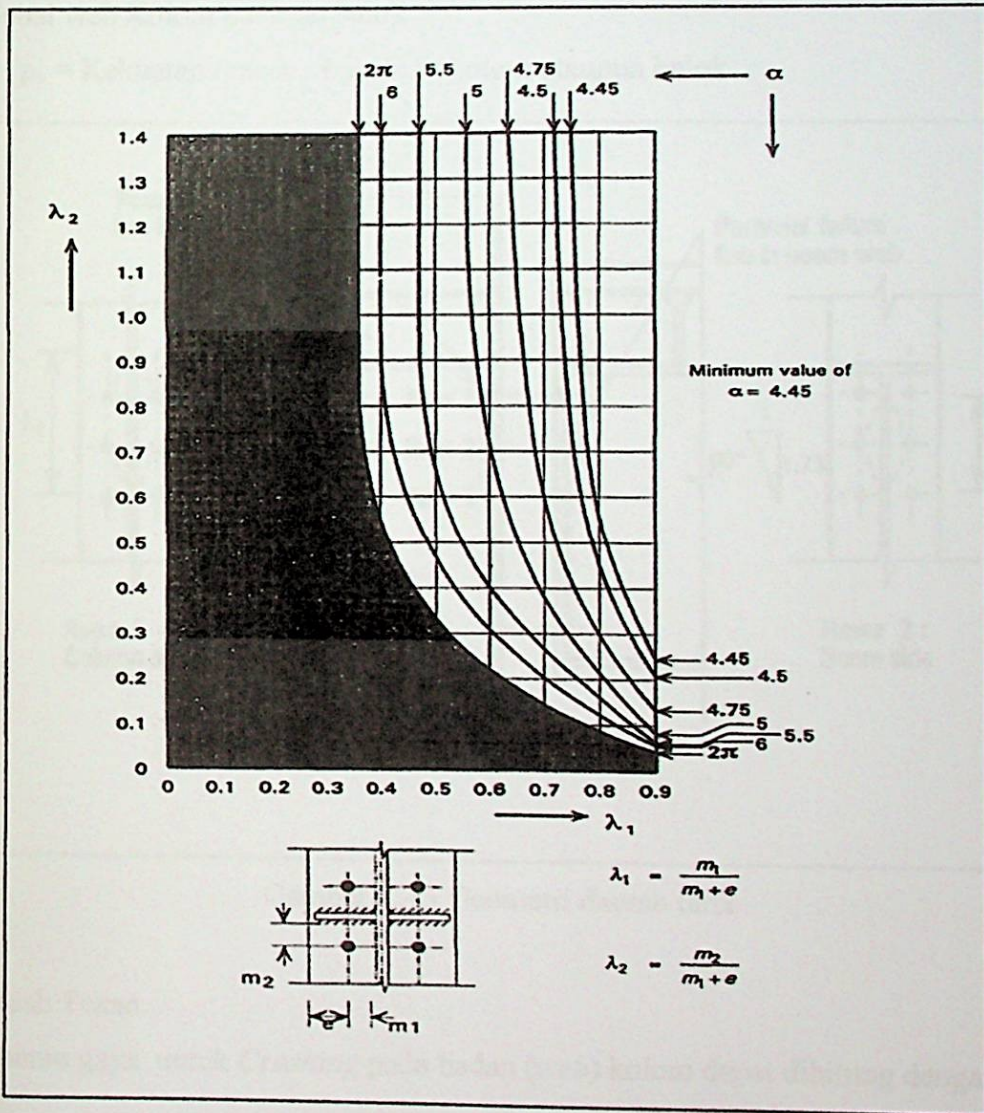


Gambar C.11 Letak Pemasangan Baut sebagai Dasar Pemilihan Penghitungan (L_{eff}) pada Gambar C.10

Didalam tabel tertera $\text{Min}(\text{max}(ii,iii),i)$ artinya hitung nilai maksimum (terbesar) pertama dari pettern ii dan iii, kemudian ambil nilai terkecil dari nilai keduanya.

Tabel C.3 Kapasitas Tarik Baut

Bolt Size	BS 5950: Part 1 : P_t	Enhanced Value : P_t'
	(460 N/mm^2)	$560 \text{ N/mm}^2)$
M20	110 kN	137 kN
M24	159 kN	198 kN
M30	252 kN	314 kN



Gambar C.12 Grafik nilai α

. Gaya tarik badan (*web*) pada balok dan kolom

pengecekan gaya tarik pada balok dan kolom dilakukan secara terpisah baik untuk kolom ataupun balok. Gaya reaksi akibat tarik pada web untuk satu baris atau satu kelompok baut dapat dihitung dengan :

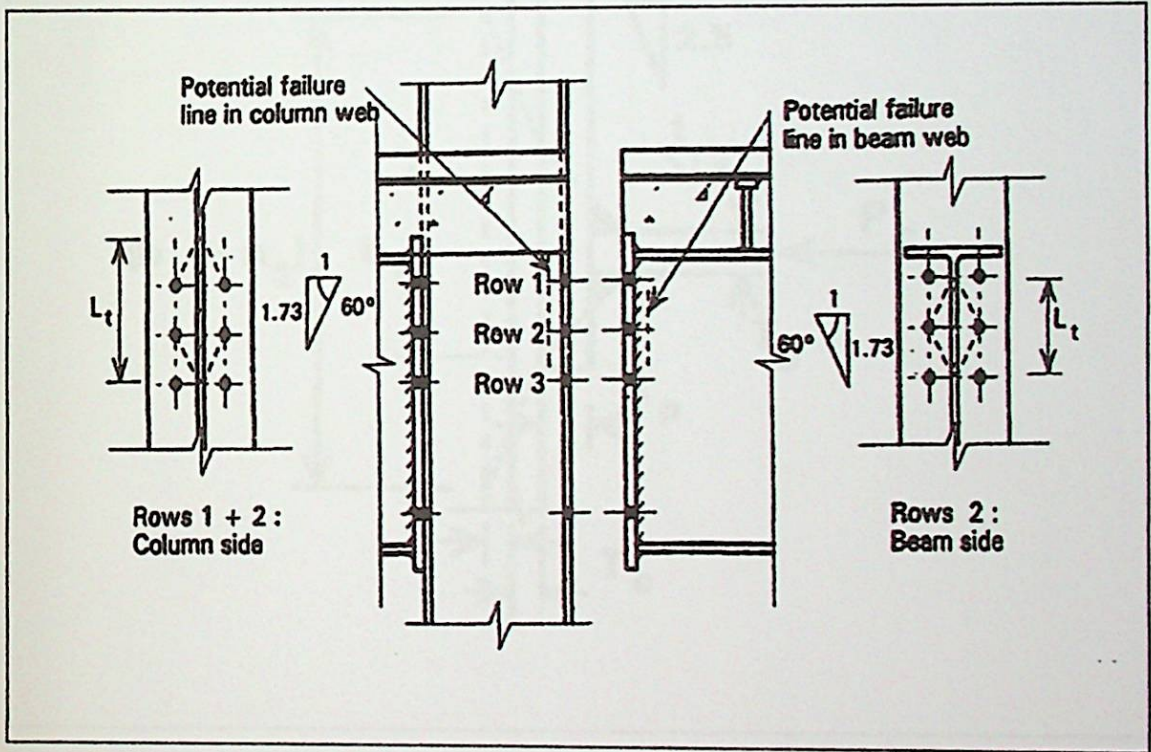
$$P_t = L_t \times t_w \times \rho_y \dots\dots\dots \text{Pers 4.7}$$

Dimana : P_t = Reaksi yang terjadi

L_t = Panjang efektif dari web dengan asumsi lebarnya maksimum pada 60° dari baut ke pusat dari web

t_w = Tebal web Kolom ataupun balok

ρ_y = Kekuatan rencana baja baik kolom ataupun balok



Gambar C.13 Geometri daerah tarik

D. Daerah Tekan

Penyebaran gaya untuk *Crushing* pada badan (*web*) kolom dapat dihitung dengan :

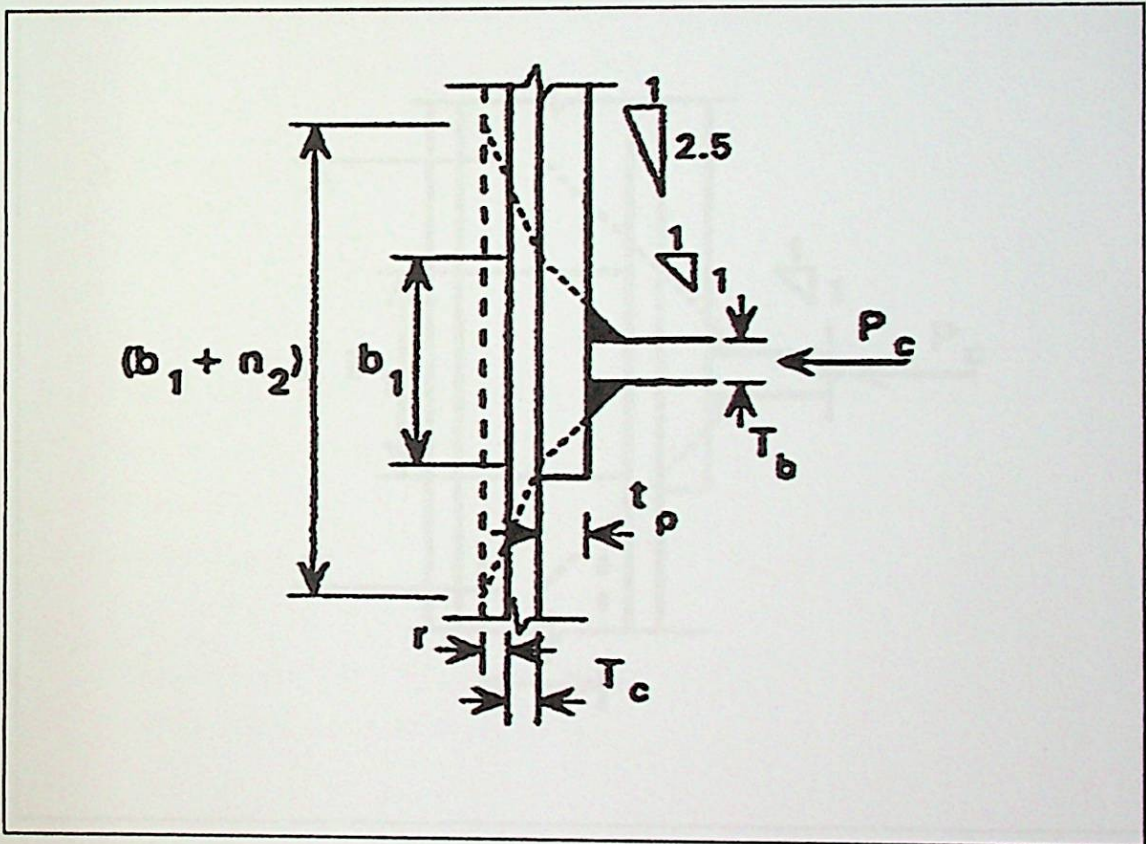
$$P_c = (b_1 + n_2) \times t_c \times \rho_y \dots\dots\dots \text{Pers 4.8}$$

Dimana : b_1 = Luasan kekakuan yang dihitung dengan membentuk sudut 45° sepanjang end plate dari kemiringan dari lasan.

n_2 = Panjang kanan kiri yang diperoleh dari pengurangan b_1 terhadap jarak miring yang dibentuk dari

t_c = Tebal badan kolom

ρ_y = Kekuatan rencana dari kolom



Gambar C.14 Penyebaran gaya untuk web (badan) *Crushing*

Tekuk (*buckling*) pada badan(*web*) kolom

$$P_c = (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c \dots \dots \dots \text{Pers 4.9}$$

Dimana : b_1 = Panjang daerah kekakuan ($b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p$)

T_b = Tebal flens balok

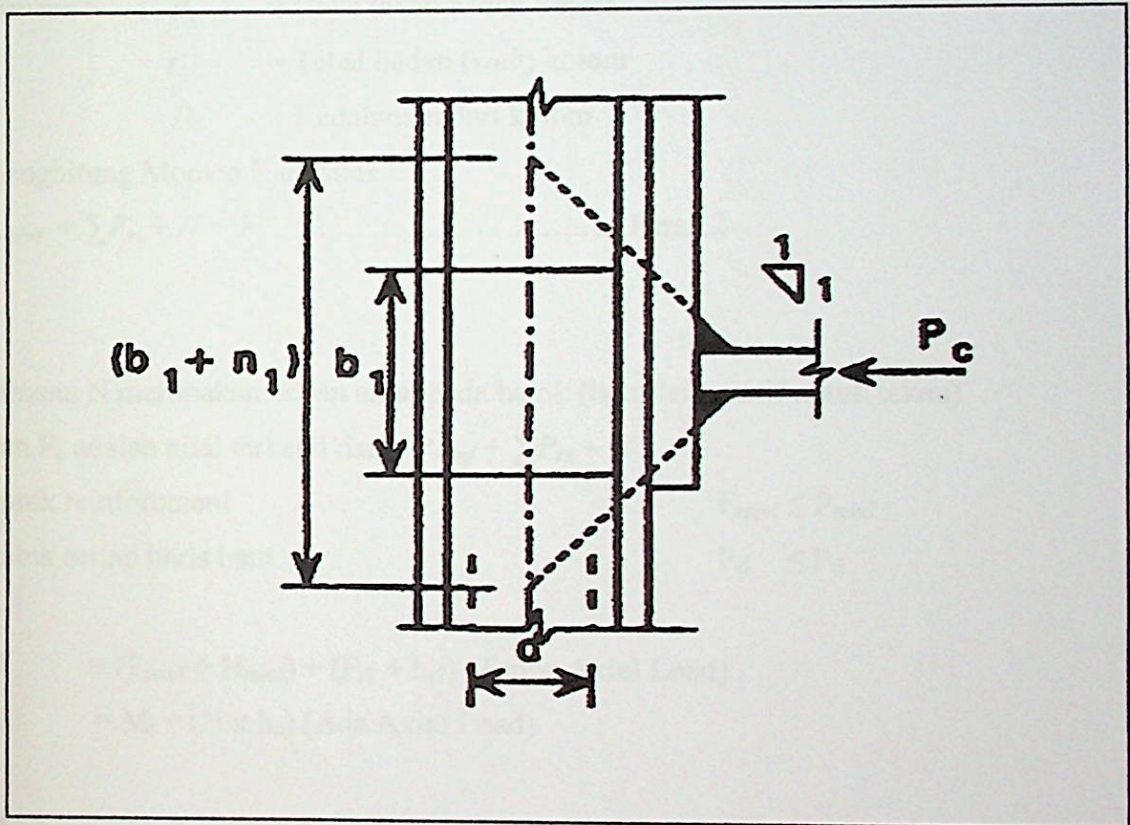
s_{wf} = fillet radius (weld) pada balok

n_1 = Panjang yang diperoleh dari pengurangan penarikan garis 45° sepanjang setengah dari kedalaman kolom yang sama dengan Perpanjangan dikurang dengan b_1 ($n = 2.5(T_c + r) \times 2$)

T_c = Tebal Flens kolom

t_c = Tebal badan (web) kolom

ρ_c = Kekuatan kompresif dari badan (web) kolom yang diambil dari BS 5950: Part 1 table 27(c) dengan $\lambda \geq 2.5 d/t_c$



Gambar C.15 Panjang dari Tekuk pada badan kolom

Crushing pada flens balok

Pengecekan yang pertama dilakukan adalah *potential resistance* dari tekanan pada flens dengan cara :

$$P_c = 1.4 \times \rho_{yb} \times T_b \times B_b \dots \dots \dots \text{Pers 5.0}$$

Dimana ; ρ_{yb} = Rencana kekuatan dari balok
 T_b = Tebal dari flens balok
 B_b = panjang flens balok

Gaya tahan dari ketidakkakuan badan kolom untuk geser dihitung dengan :

$$P_v = 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \dots \dots \dots \text{Pers 5.1}$$

Dimana : P_v = Gaya tahan badan kolom
 t_c = Tebal badan (*web*) kolom
 D_c = Kedalaman dari kolom

Menghitung Momen Kapasitas

$$F_{reinf} + \sum F_{ri} + N = F_c \dots \dots \dots \text{Pers 5.2}$$

Dimana N merupakan beban axial pada balok (bernilai positif untuk tekan)

Dan F_c adalah nilai terkecil dari : $P_{reinf} + \sum P_{ri} + N$

Untuk reinforcement $F_{reinf} \leq P_{reinf}$

Untuk setiap baris baut $F_{ri} \leq P_{ri}$

$M_i = (F_{reinf} + H_{reinf}) + (F_{ri} + h_{ri})$ (Tanpa Axial Load)

$M_c = M_i + (N \times h_n)$ (Ada Axial Load)

Dimana : P_{reinf} = *Potential resistance* dari perkuatan (*reinforcement*)

P_{ri} = *Potential resistance* dari baris baut ke-i

F_{reinf} = Gaya akhir pada *reinforcement*

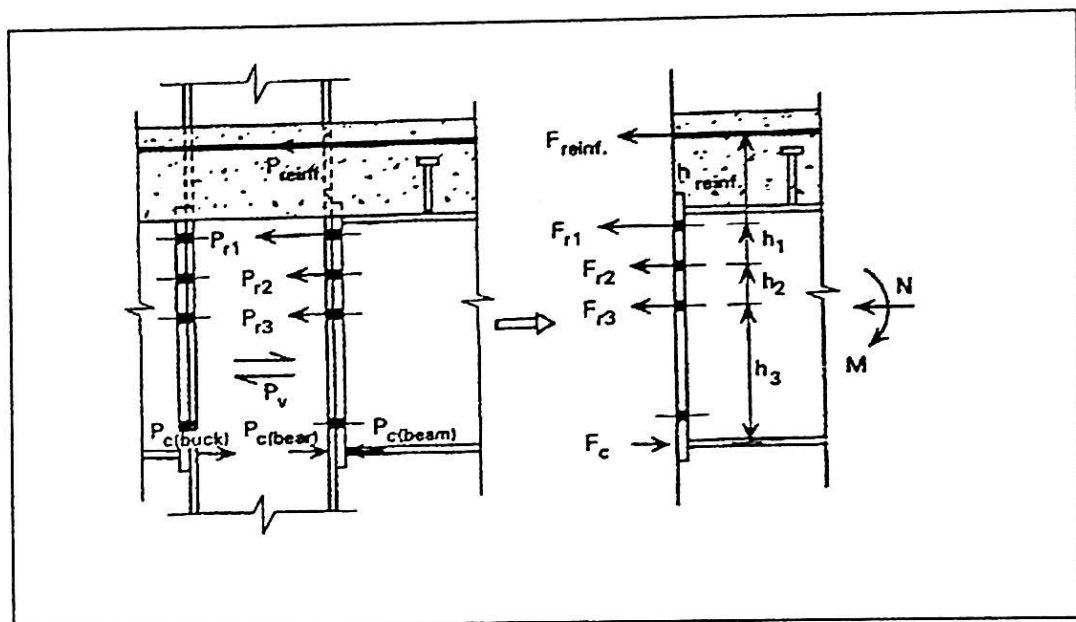
F_{ri} = Gaya akhir pada baris baut ke-i

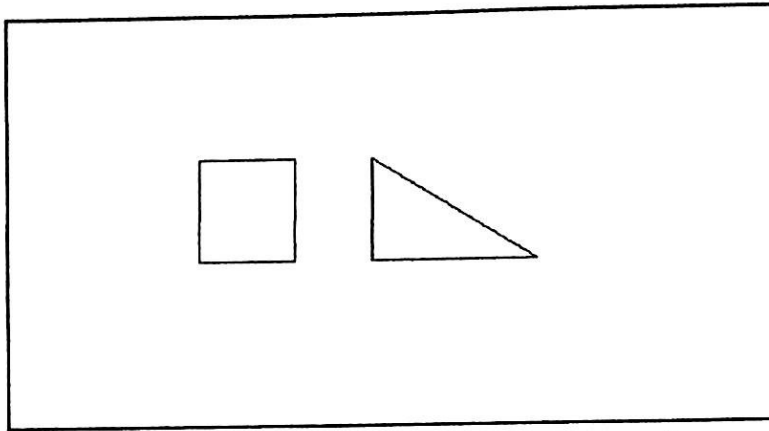
h_{reinf} = Jarak antara pusat dari tekan ke *reinforcement*

h_i = Jarak dari pusat dari tekan ke baris baut i

N = Gaya Aksial

h_n = Jarak dari gaya aksial dari pusat gaya tekan

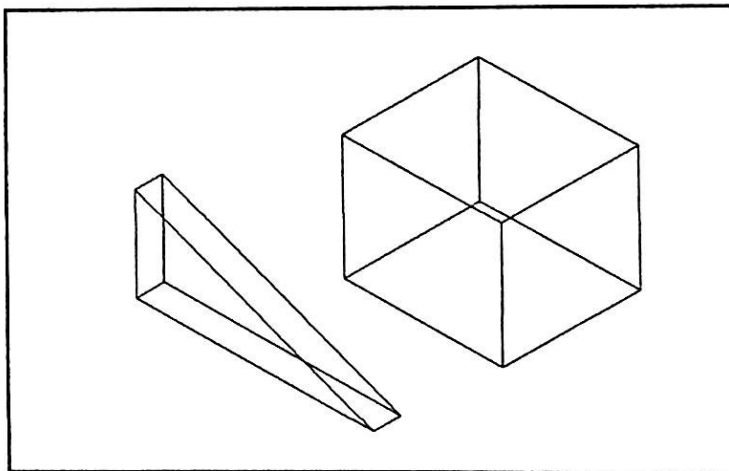




Gambar B.9 Contoh Elemen Dua Dimensi

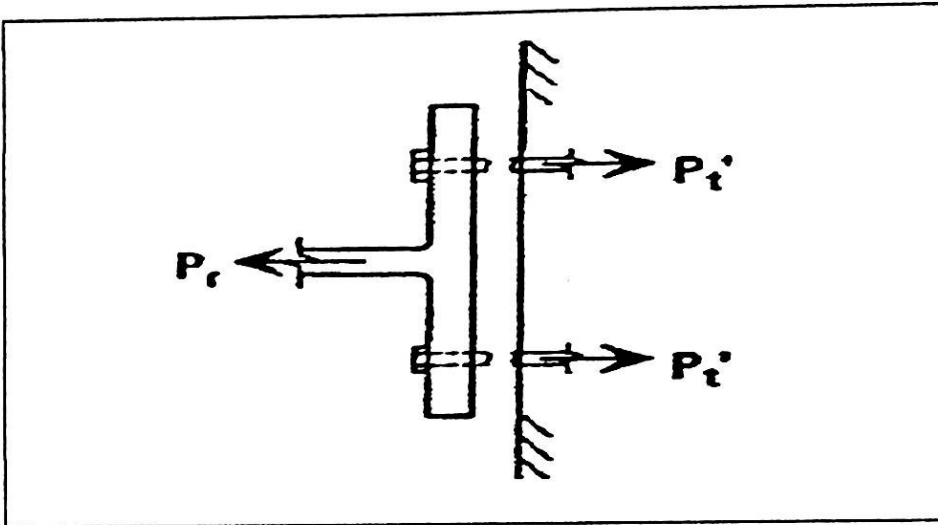
3. Elemen tiga dimensi

Elemen ini bekerja pada tiga titik koordinat yaitu x , y dan z . Elemen dengan tiga sumbu koordinat ini jauh memiliki keakuratan yang tepat di bandingkan dengan elemen yang lain.



Gambar B.10 Elemen Tiga dimensi

Tipe 3 : $P_r = \Sigma P_i'$ Pers 4.5



Gambar C.8 Tipe Keruntuhan 3

ambil nilai yang terkecil diantara ketiga tipe diatas.

- Tarik pada Badan Kolom

$p_i = L_T \cdot x t_c \cdot x p_{yc}$ dimana $L_i = \frac{g}{2} \cdot x f x 2$ dengan $f =$ beban yang diasumsikan

- Lentur pada Plat Sambungan

Mencari L_{eff}

$$L_{eff} = \frac{b_p}{2}$$

$$L_{eff} = 2m_x + 0,625e_x + \frac{g}{2}$$

$$L_{eff} = 2m_x + 0,625e_x + e$$

$$L_{eff} = 4m_x + 1,25e_x$$

$$L_{eff} = 2\pi m_x$$

ambil nilai L_{eff} yang terkecil.

Momen Plastis (M_p)

$$M_p = \frac{L_{eff} \cdot x t_p^2 \cdot x p_{yc}}{4}$$

..... Pers 4.6

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas beberapa contoh perhitungan manual untuk mencari momen kapasitas dari profil yang telah ditentukan sebelumnya dengan berdasarkan *British Standard* dan kemudian dibandingkan dengan perhitungan dengan menggunakan bantuan program *Solid Works* dan *Cosmos Works*. Perhitungan dibawah ini merupakan Perhitungan secara teoritis dan hasil output dari program dengan menggunakan profil-profil yang telah ditentukan sebelumnya, dalam perhitungan ini tidak termasuk perhitungan penentuan profil.

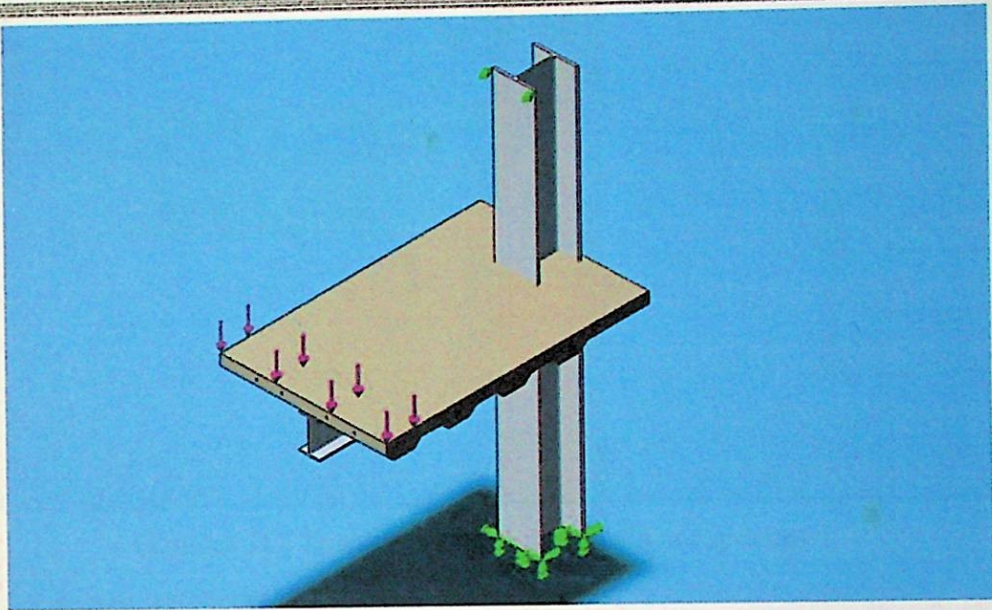
4.1 Analisa Perhitungan Berdasarkan Program SOLIDWORKS dan COSMOSWORKS

4.1.1. *Failure* pada profile

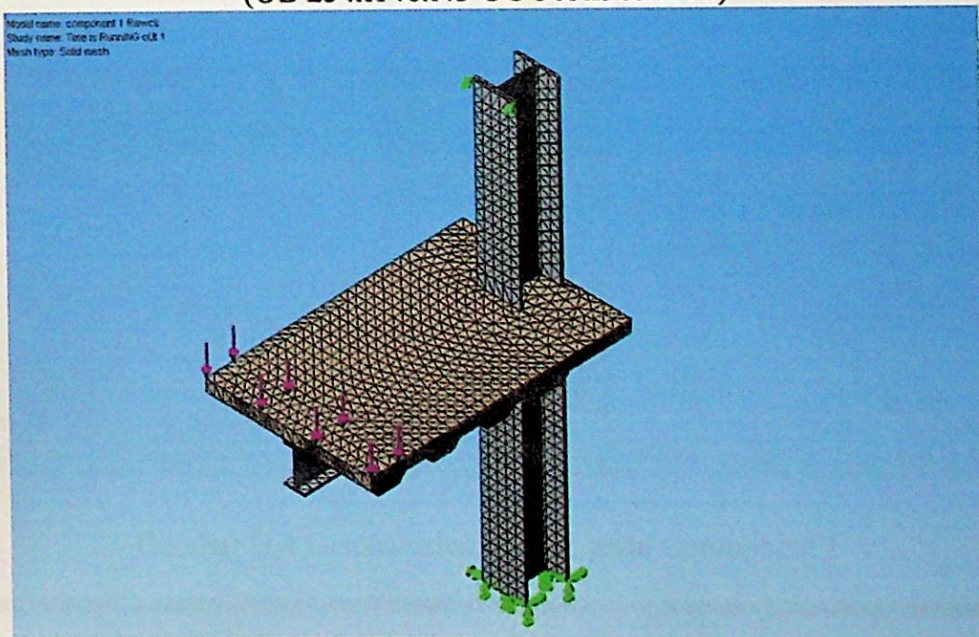
Dalam permodelan (penggambaran) menggunakan *Solidworks*, suatu bentuk struktur yang telah kita gambarkan akan di analisa menggunakan *Cosmosworks*, dimana pada prinsipnya analisa dalam menggunakan *cosmosworks* adalah memberikan suatu pembebanan secara bertahap yang memiliki rentang (akumulasi yang sama), sedangkan beban dapat ditentukan serta besar beban yang akan diterima oleh struktur dapat diatur sedemikian rupa sehingga pada saat terjadi pembebanan maksimum yang dapat ditahan oleh struktur, dalam *cosmosworks* struktur tersebut akan *failure* (runtuh/gagal), keruntuhan yang terjadi pada struktur pada analisa *cosmosworks* ini akan membutuhkan waktu yang berbeda, hal ini tergantung pada desain profil yang telah ditentukan sebelumnya. Sama halnya dengan suatu struktur apabila dalam penganalisaan salah satu atau lebih dari sturktur telah mengalami *failure* (keruntuhan) maka penganalisaan akan berhenti sampai disana.

Analisa dengan menggunakan *cosmosworks* ini dapat menggambarkan bentuk penyebaran tegangan yang terjadi, hal ini ditunjukkan berupa warna distribusi yang terbentuk pada struktur ya. Tegangan maksimum yang terjadi secara umum berwarna merah namun hal ini tergantung pada pengaturan tampilan yang dikehendaki dalam

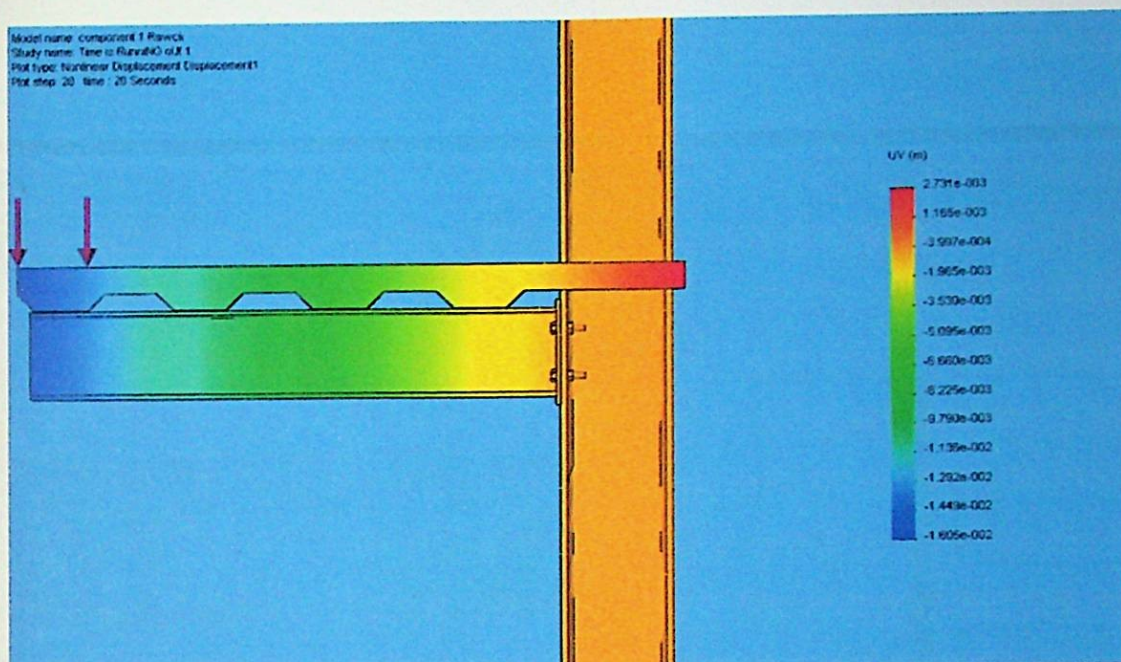
cosmosworks, warna dalam pendistribusian tegangan dapat diatur. Berikut merupakan gambar-gambar pada profil dari pemasangan perletakan dan pembebanan, meshing (pembentukan elemen) serata yang telah terjadi failure yang membentuk suatu distribusi warna yang menggambarkan penyebaran tegangan.



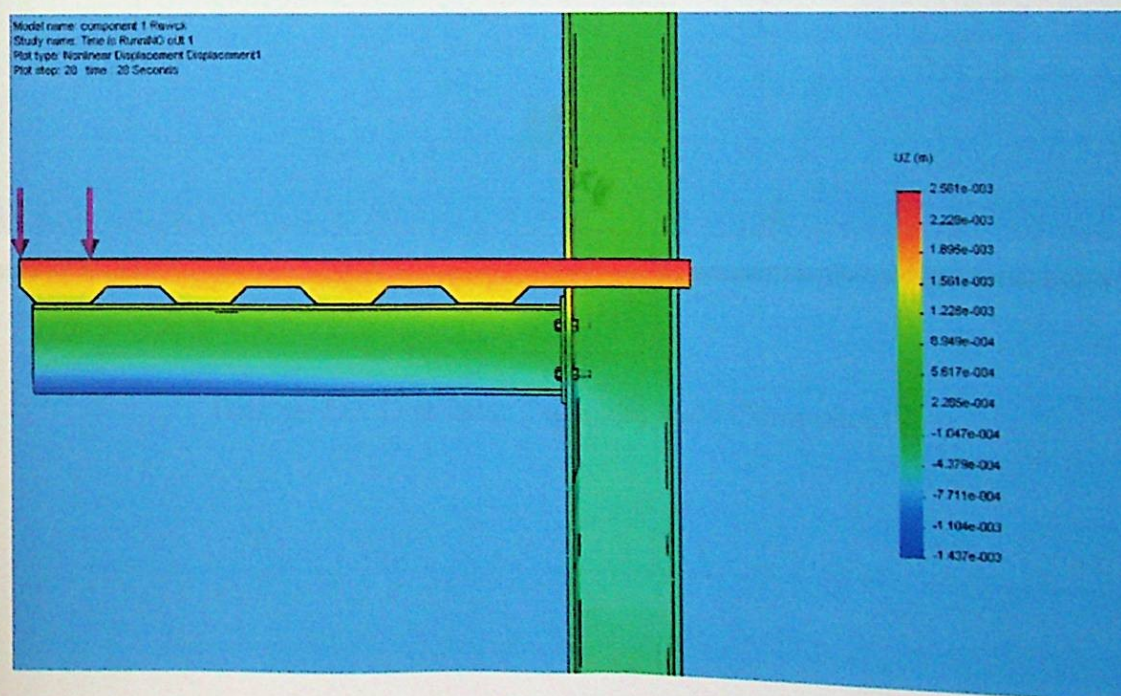
Gambar D.1 Pembebanan serta perletakan pada Component 1
(UB 254x146x43 UC 305x305x118)



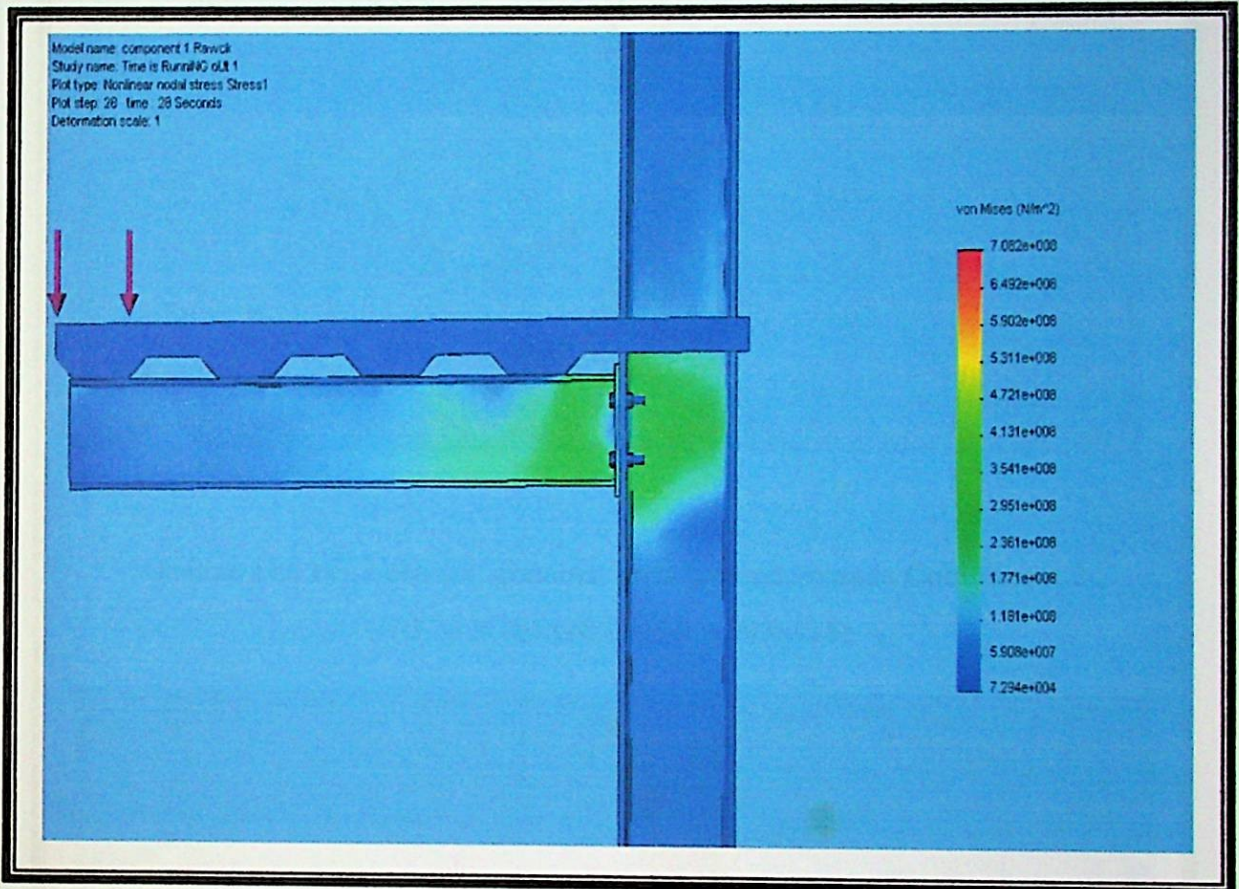
Gambar D.2 Meshing pada Component 1



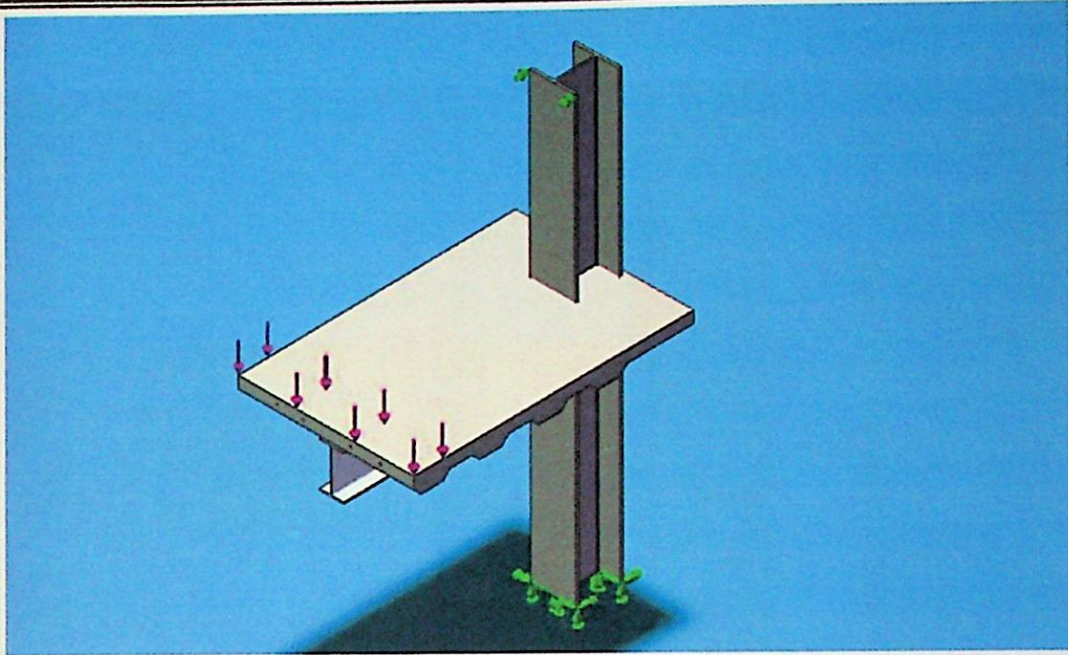
Gambar D.3 Displacement arah Y pada component 1



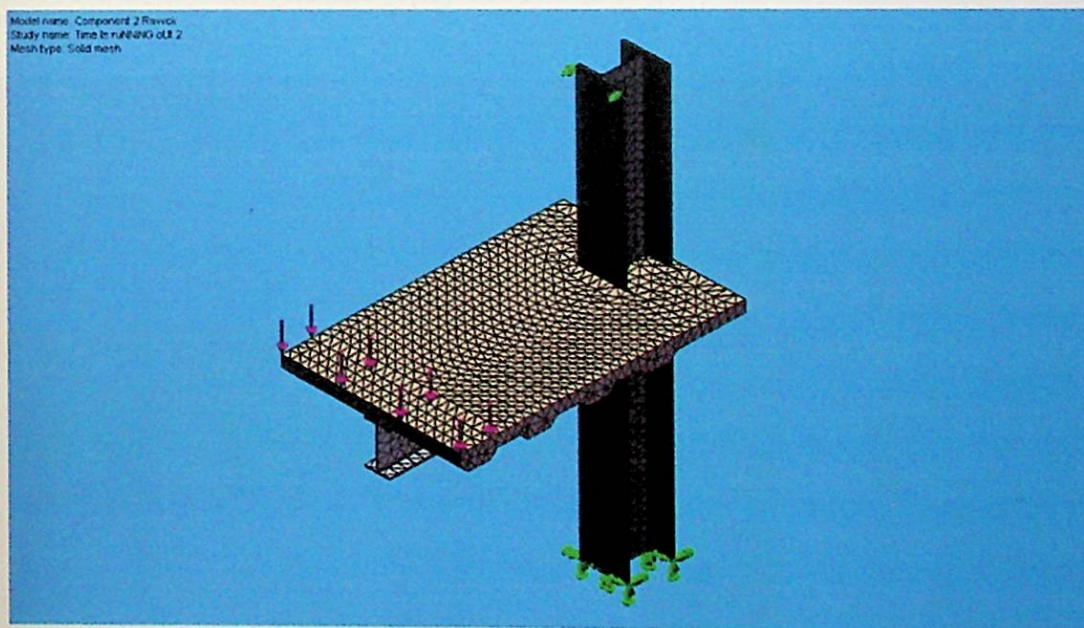
Gambar D.4 Displacement arah Z pada Component 1



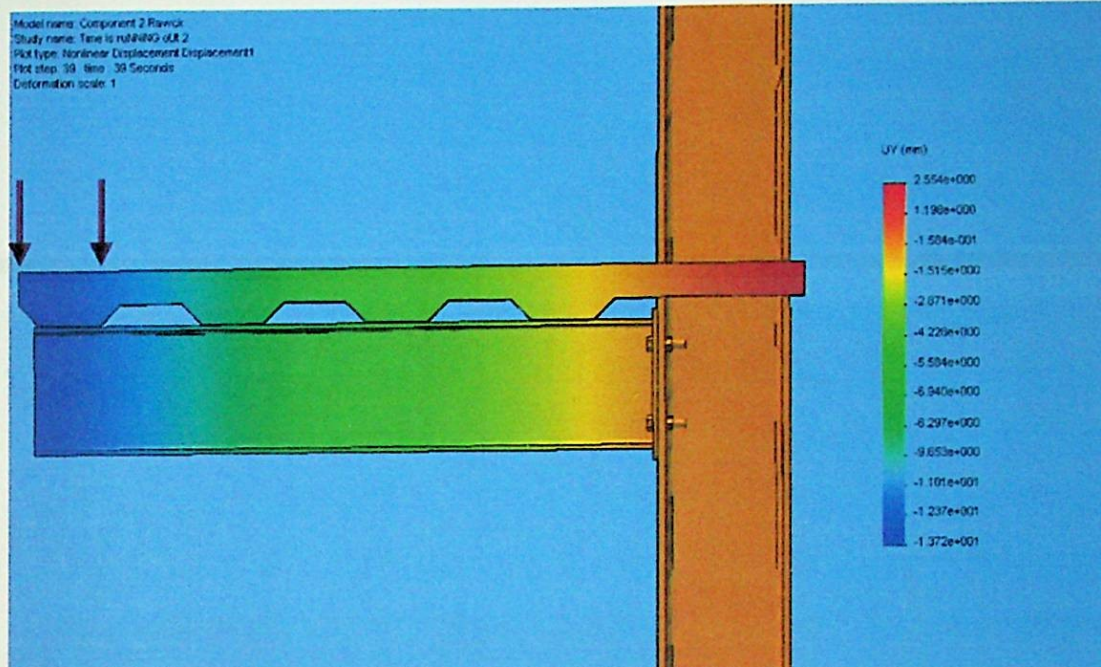
Gambar D.5 Distribusi Tegangan Pada Component 1



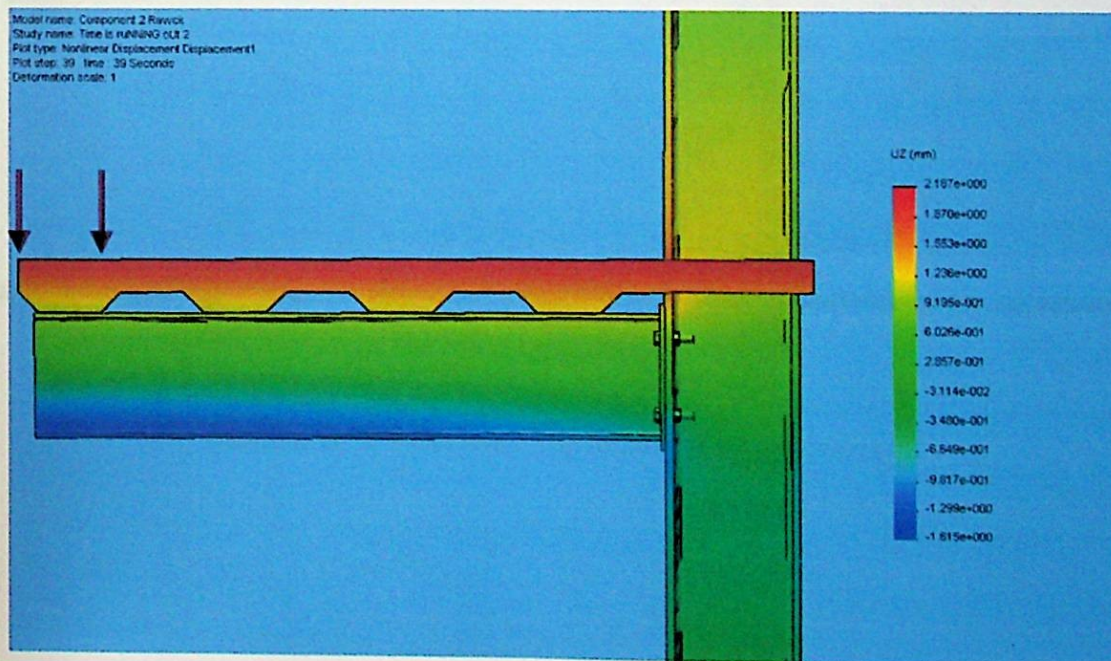
Gambar D.6 Pembebanan, gravitasi serta perletakan pada Component 2
(UB 305x165x46 UC 305x305x118)



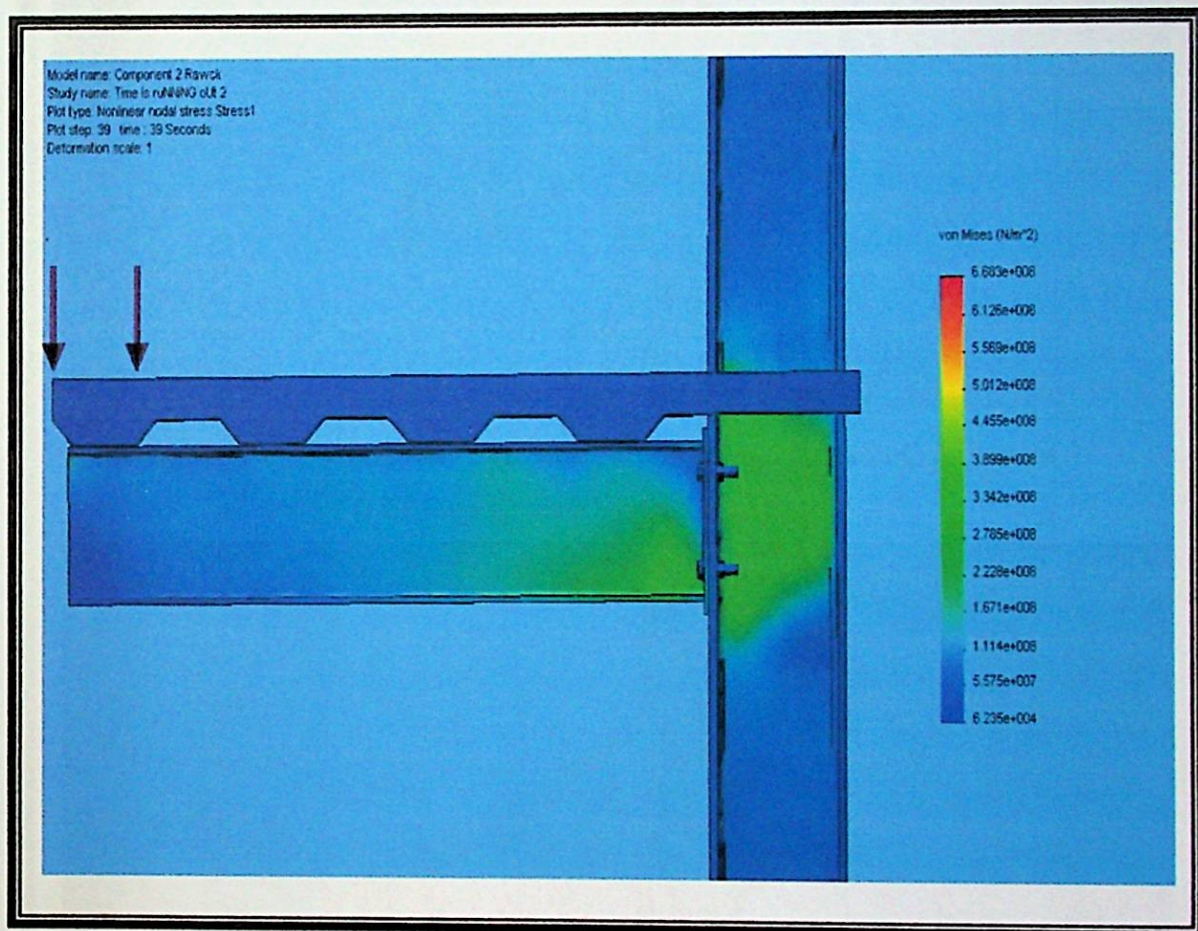
Gambar D.7 Meshing pada Component 2



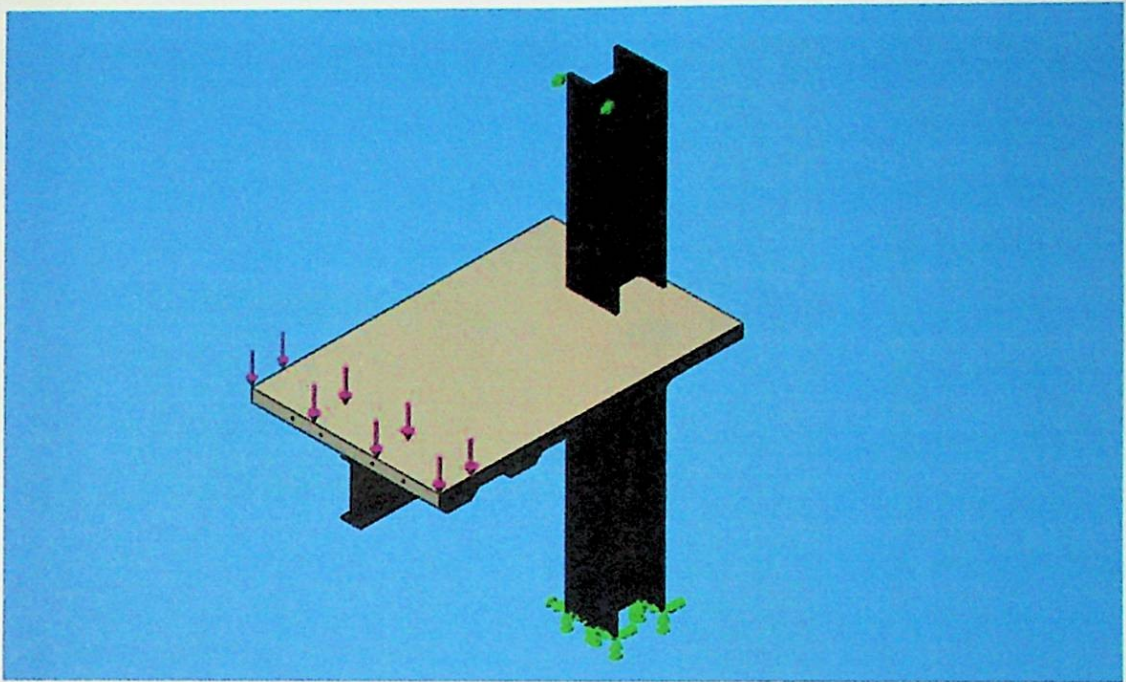
Gambar D.8 Displacement arah Y pada component 2



Gambar D.9 Displacement arah Z pada component 2

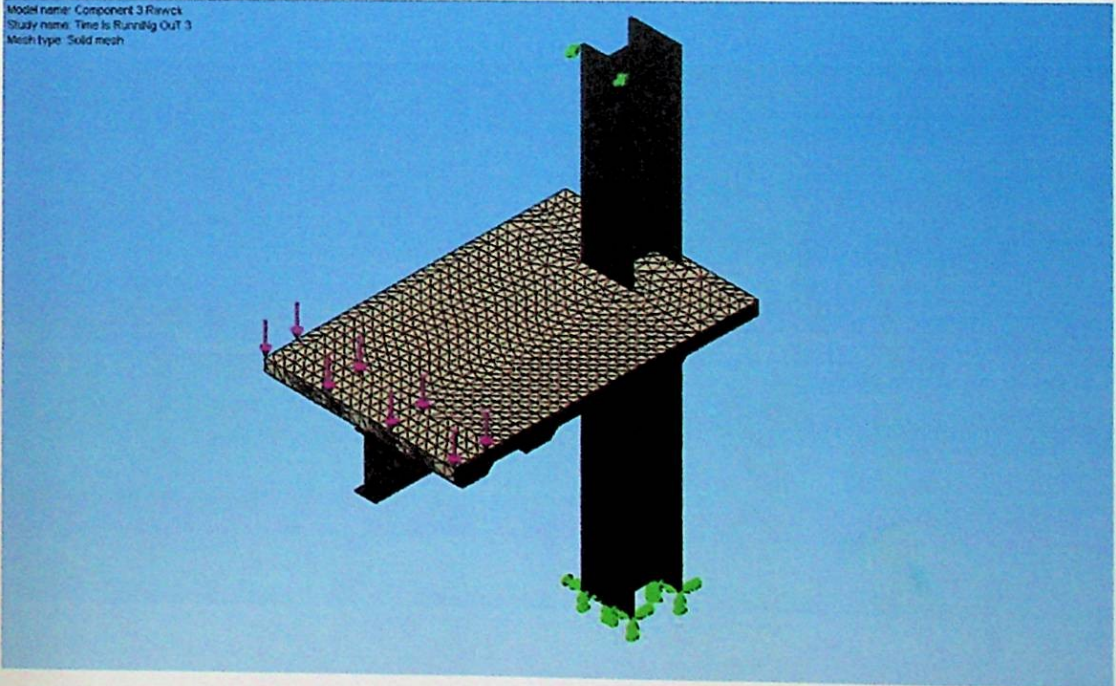


Gambar D.10 Distribusi Tagangan pada Component 2

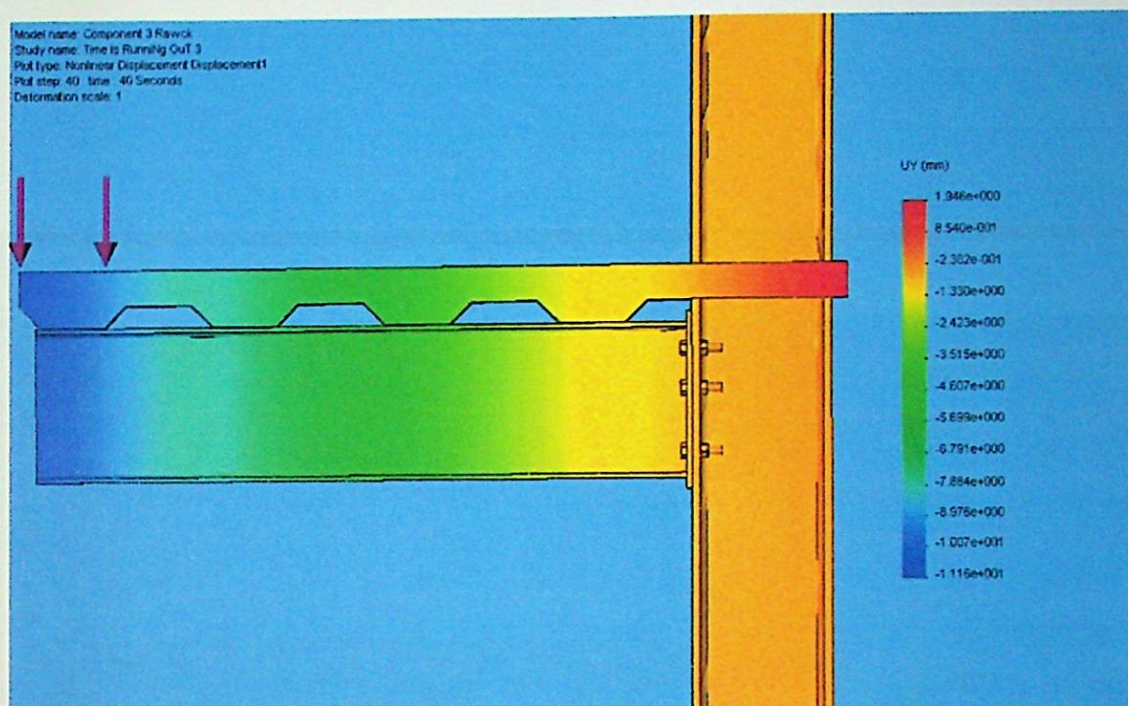


Gambar D.11 Pembebanan, gravitasi serta perletakan pada Component 3
(UB 356x127x39 UC 305x305x118)

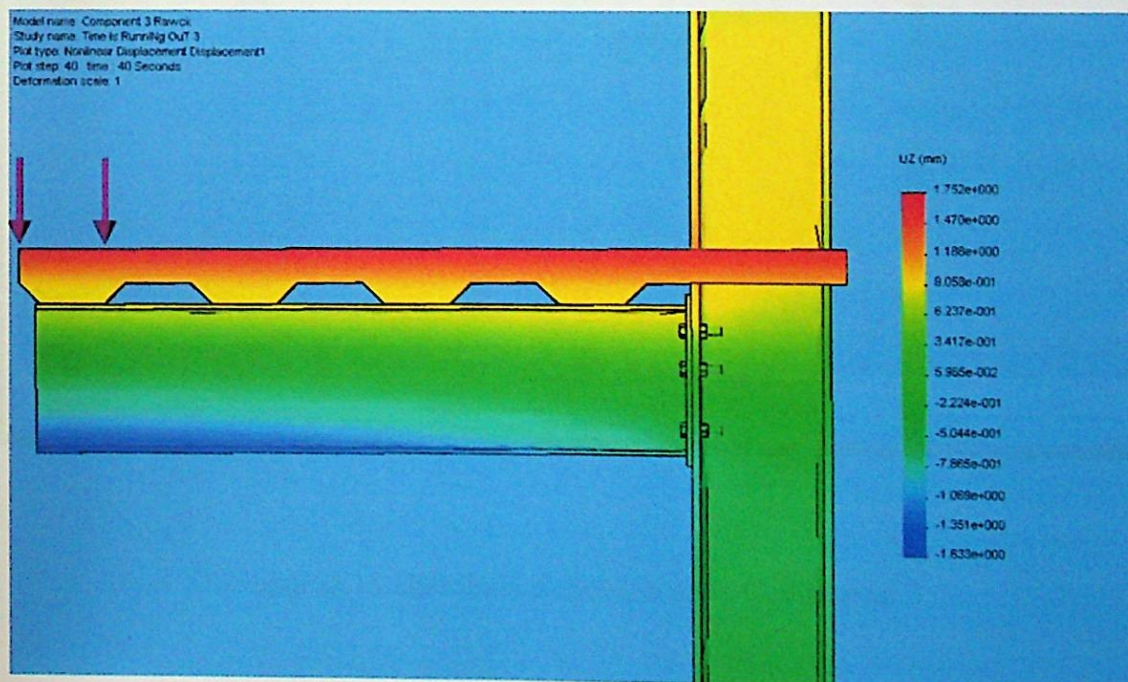
Model name: Component 3 Rivvick
Study name: Time Is Running Out 3
Mesh type: Solid mesh



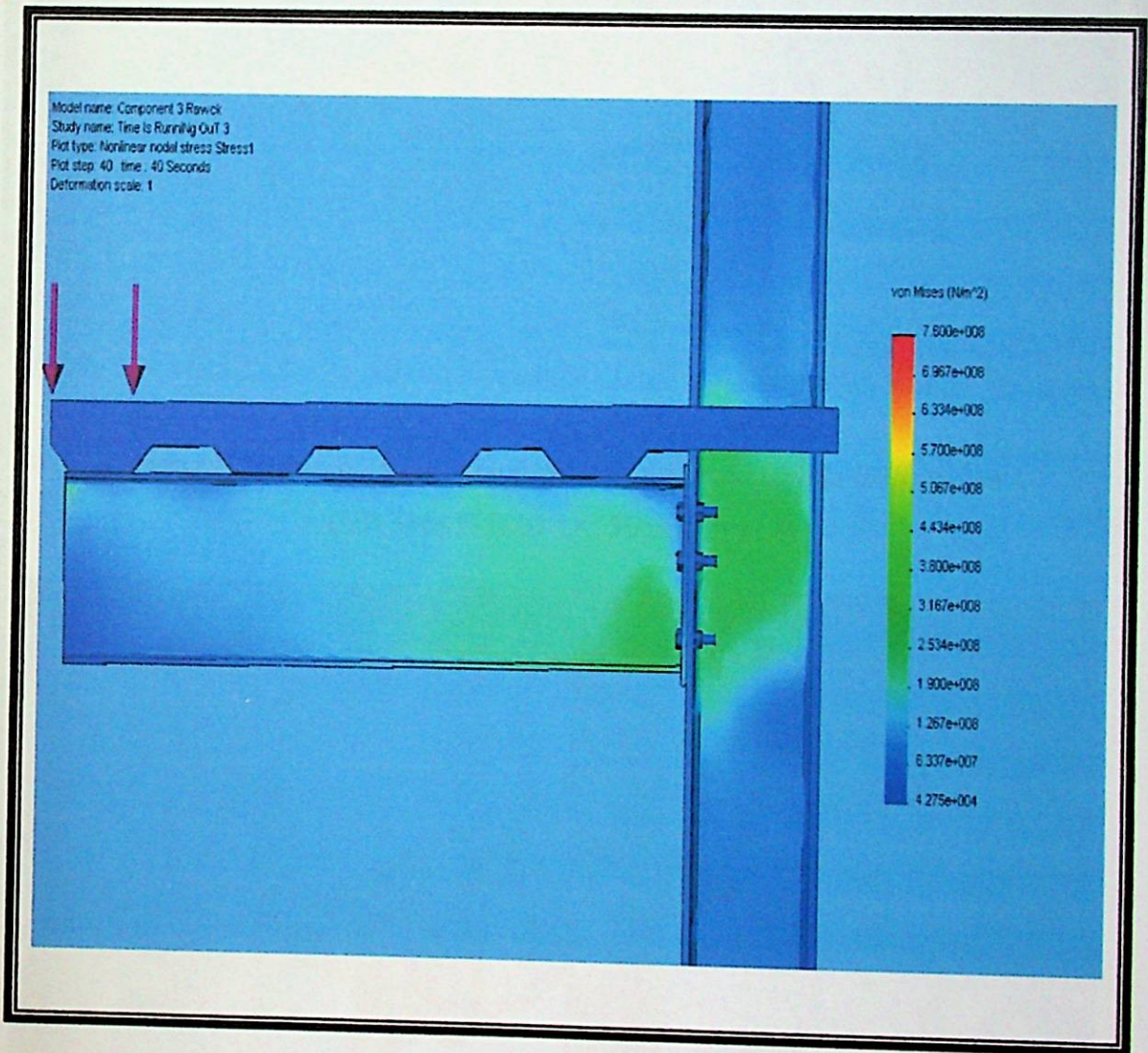
Gambar D.12 Meshing pada Component 3



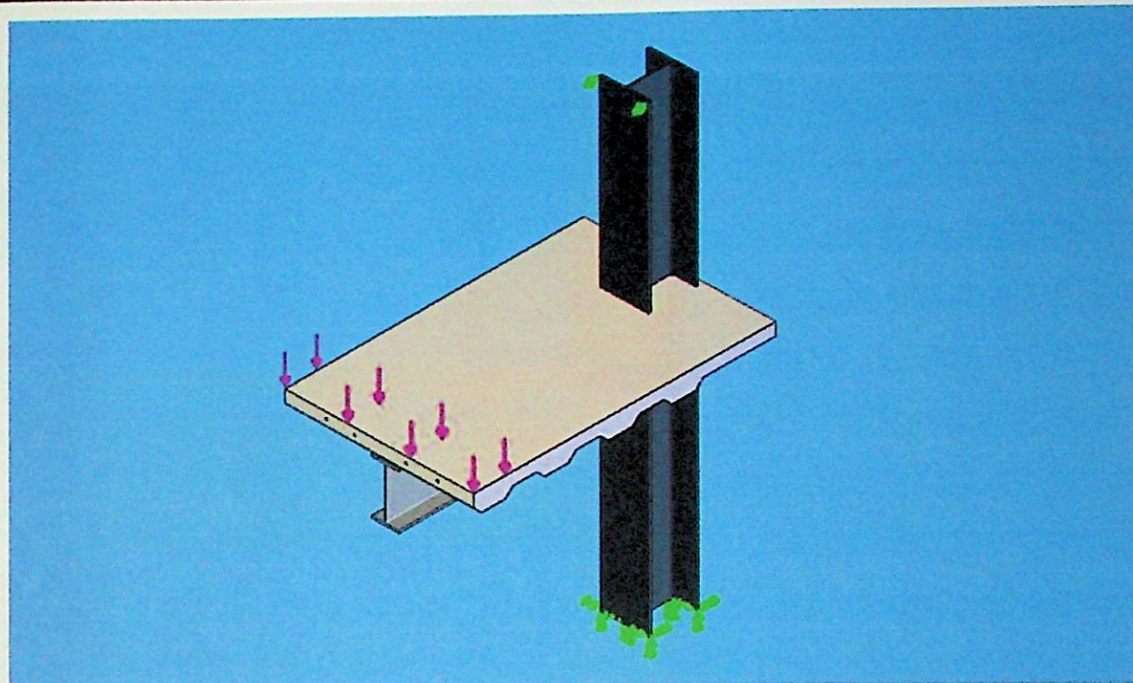
Gambar D.13 Displacement arah Y pada component 3



Gambar D.14 Displacement arah Z pada component 3

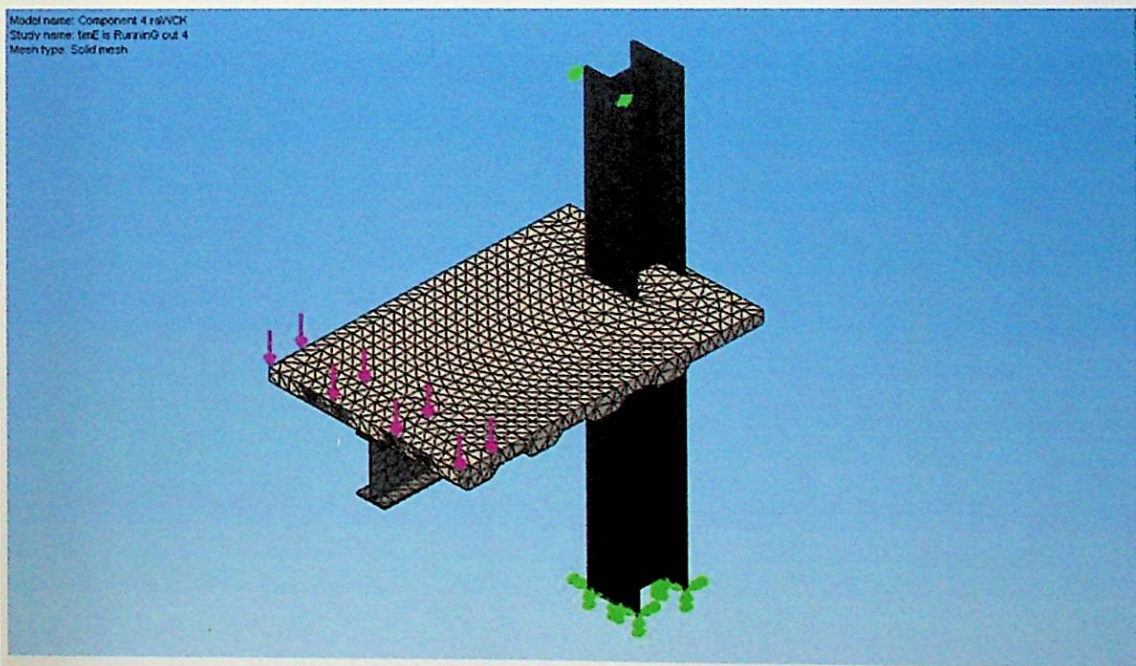


Gambar D.15 Distribusi Tegangan pada Component 3

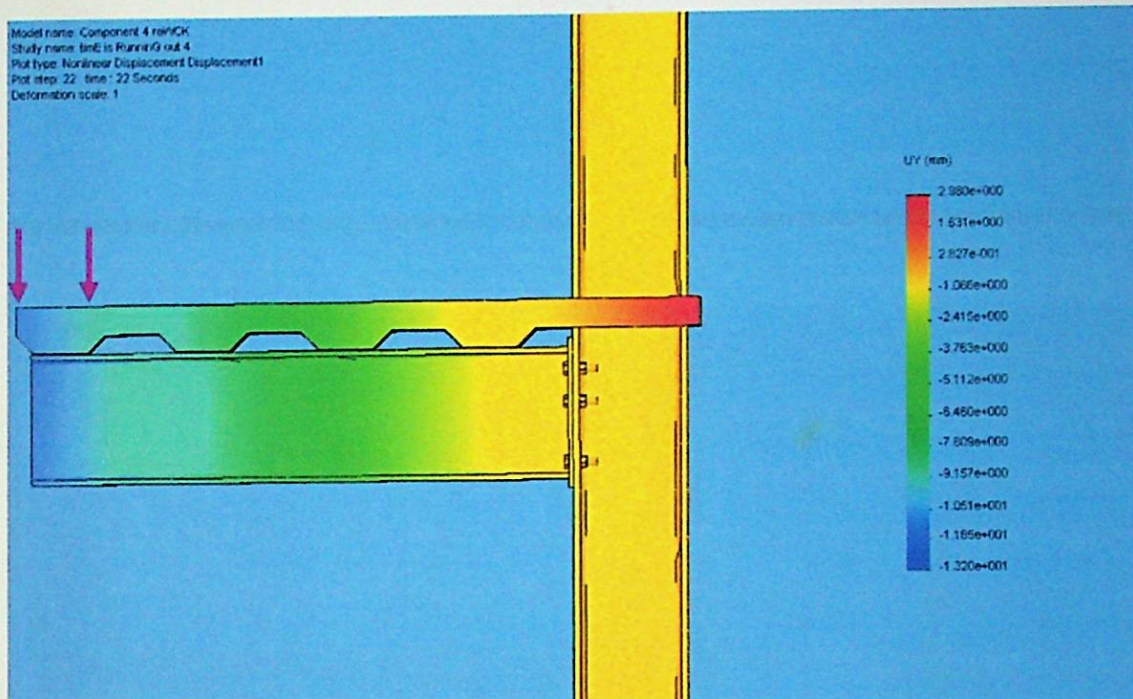


Gambar D.16 Pembebanan, gravitasi serta perletakan pada Component 4
(UB 356x171x67 UC 305x305x118)

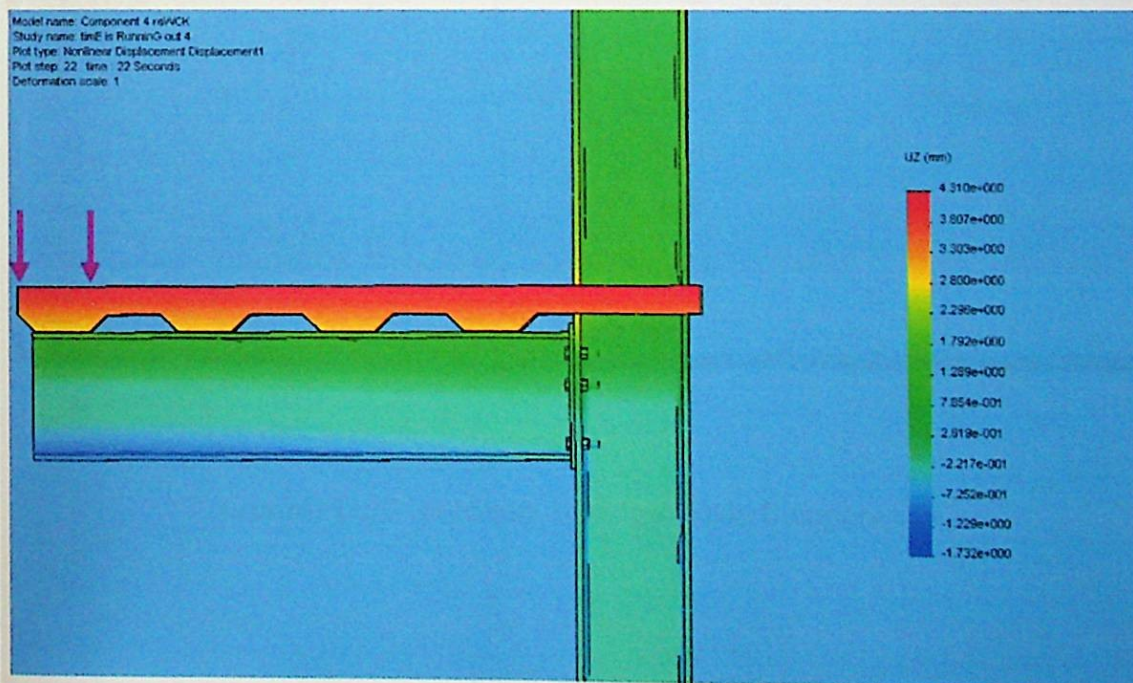
Model name: Component 4.rvt/CCK
Study name: tmE is Running out 4
Mesh type: Solid mesh



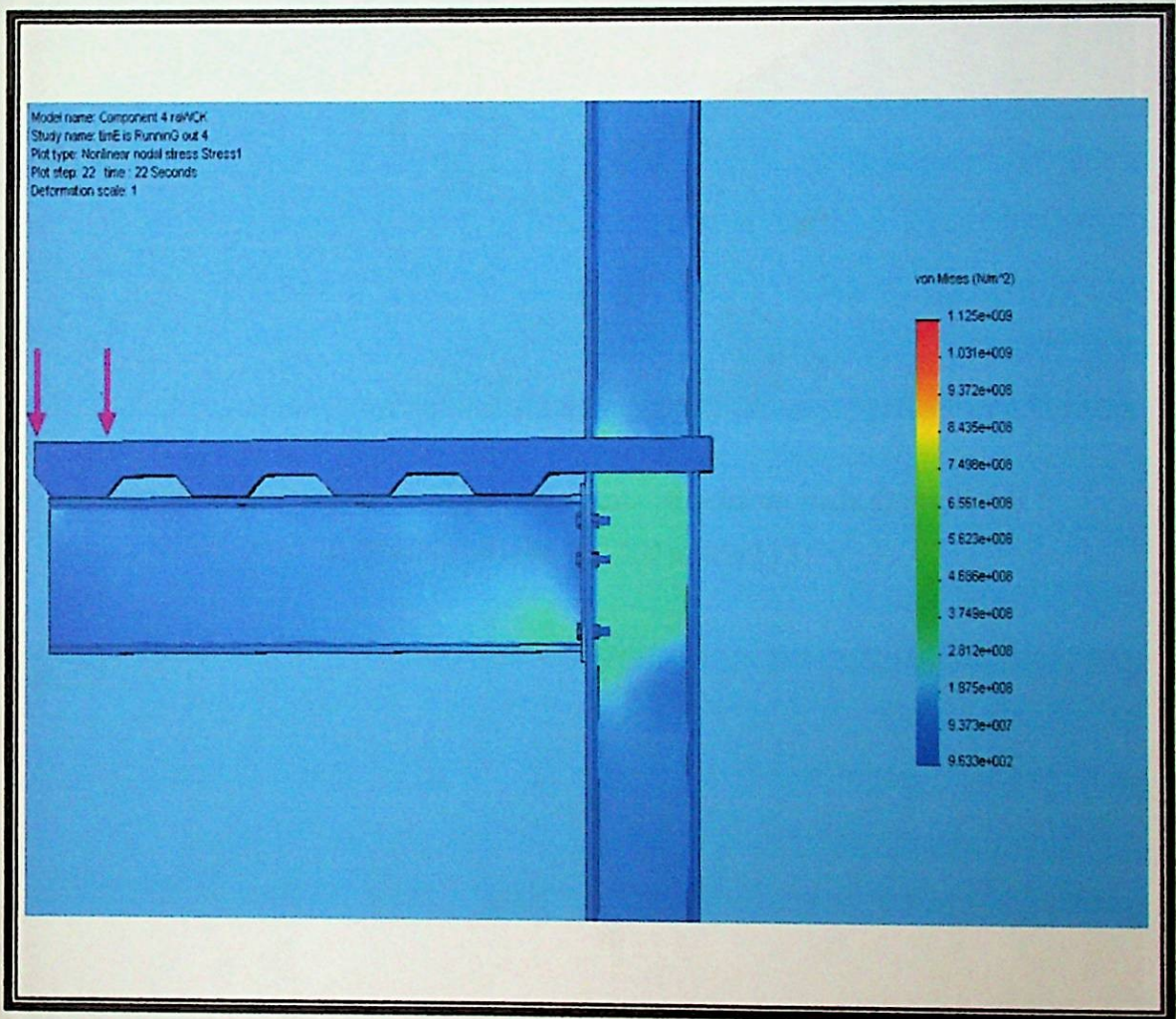
Gambar D.17 Meshing Pada Component 4



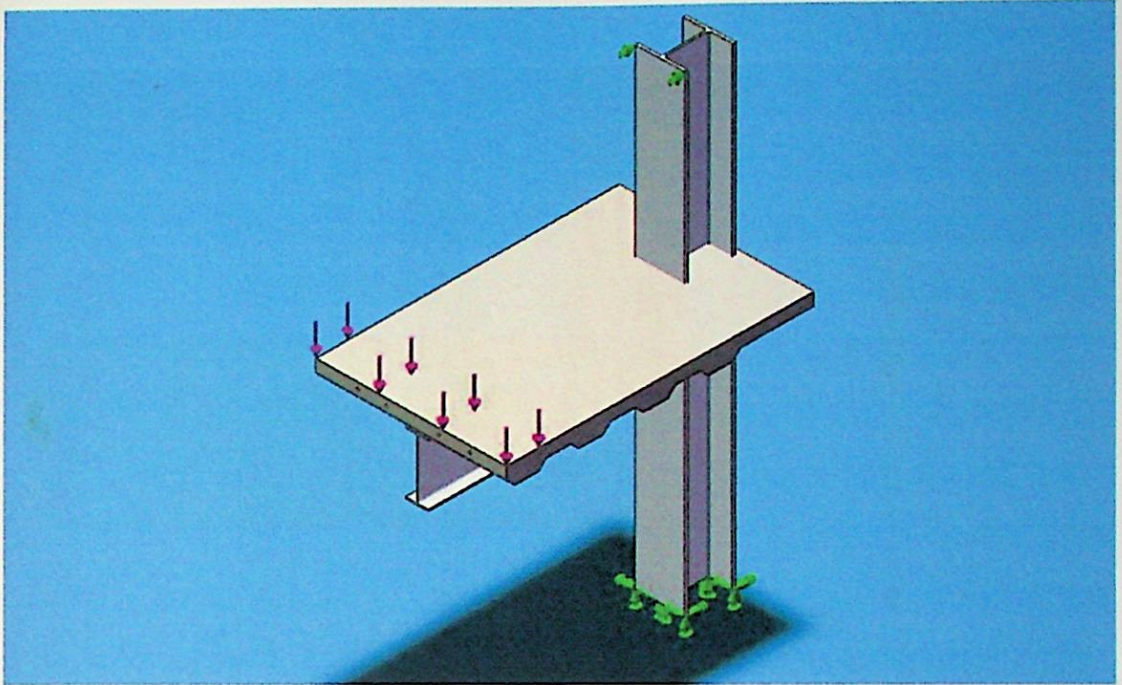
Gambar D.18 Displacement arah Z pada component 4



Gambar D.19 Displacement arah Y pada component 4

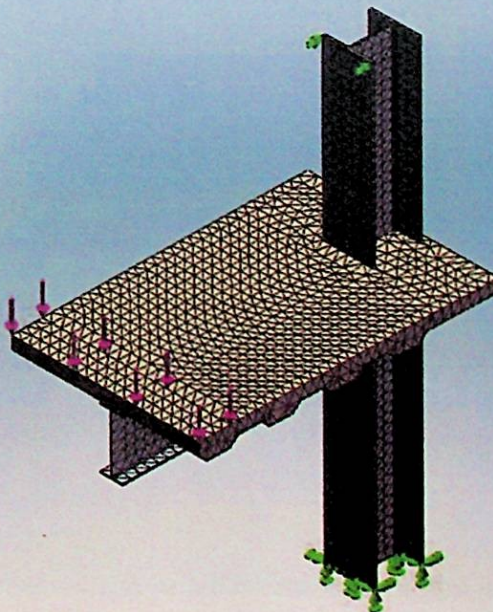


Gambar D.20 Distribusi Tegangan Pada Component 4

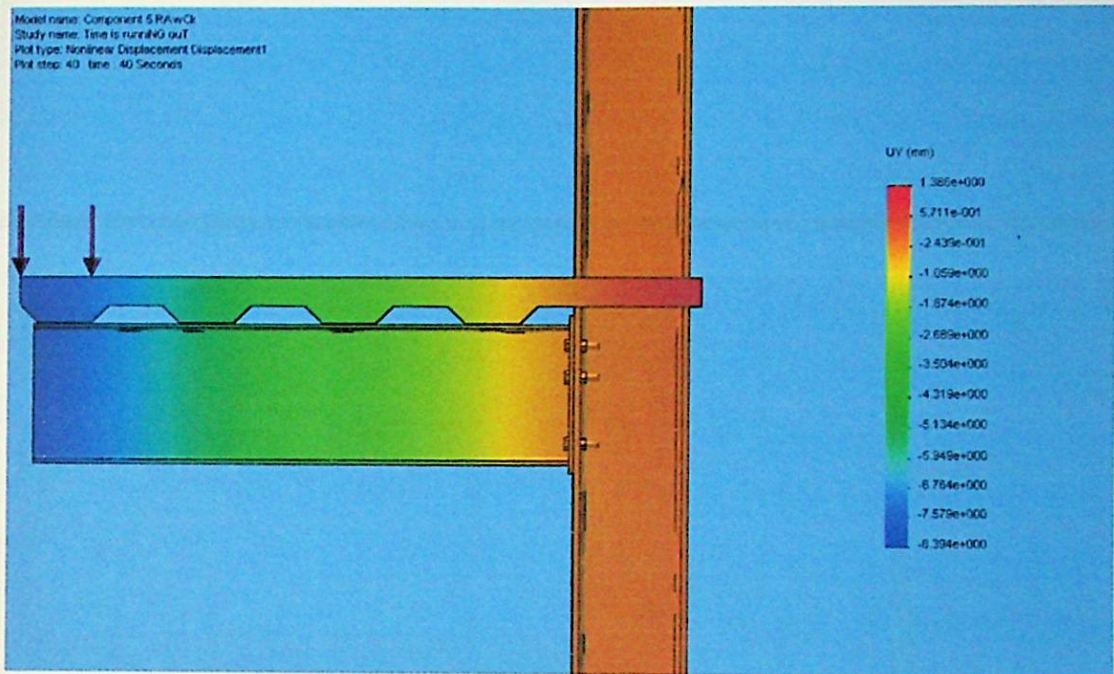


Gambar D.21 Pembebanan, gravitasi serta perletakan pada Component 5
(UB 406x140x46 UC 305x305x118)

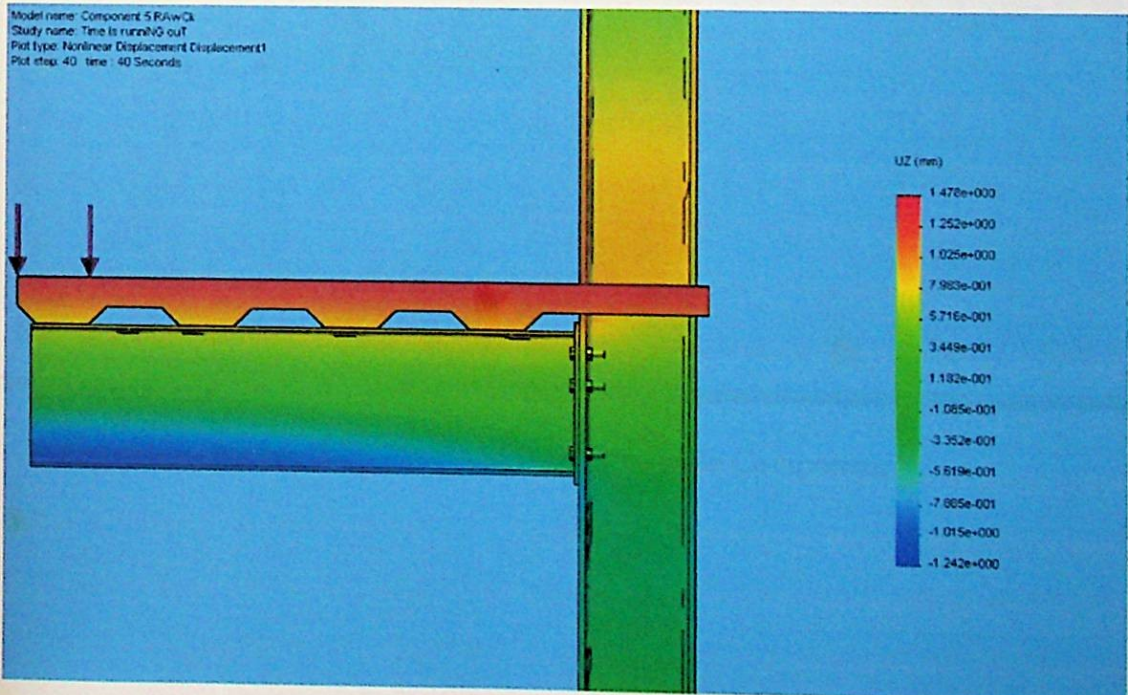
Model name: Component 5 RAWOK
Study name: Time to running out
Mesh type: Solid mesh



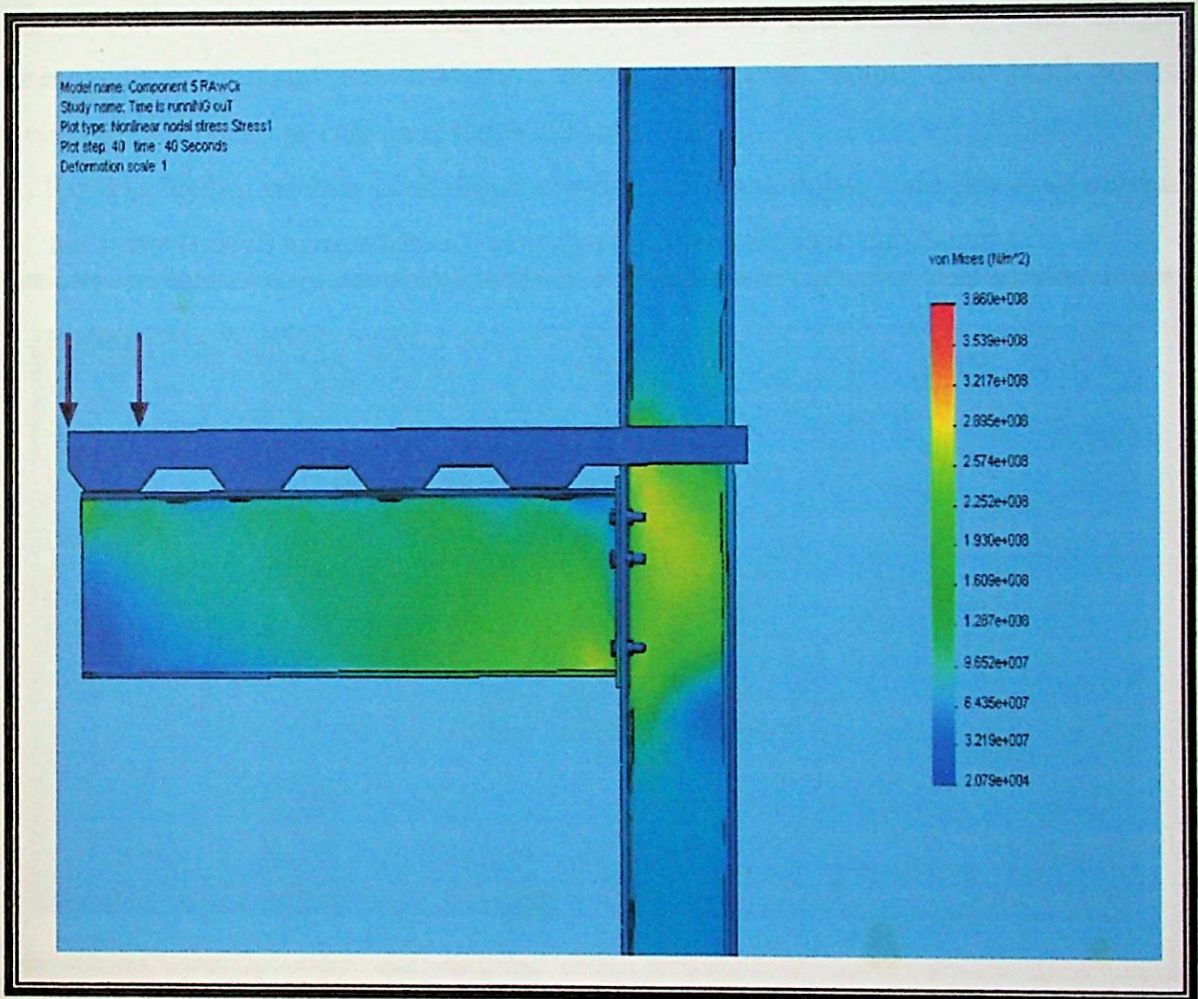
Gambar D.22 Meshing Pada Component 5



Gambar D.23 Displacement arah Y pada component 5



Gambar D.24 Displacement arah Z pada component 5

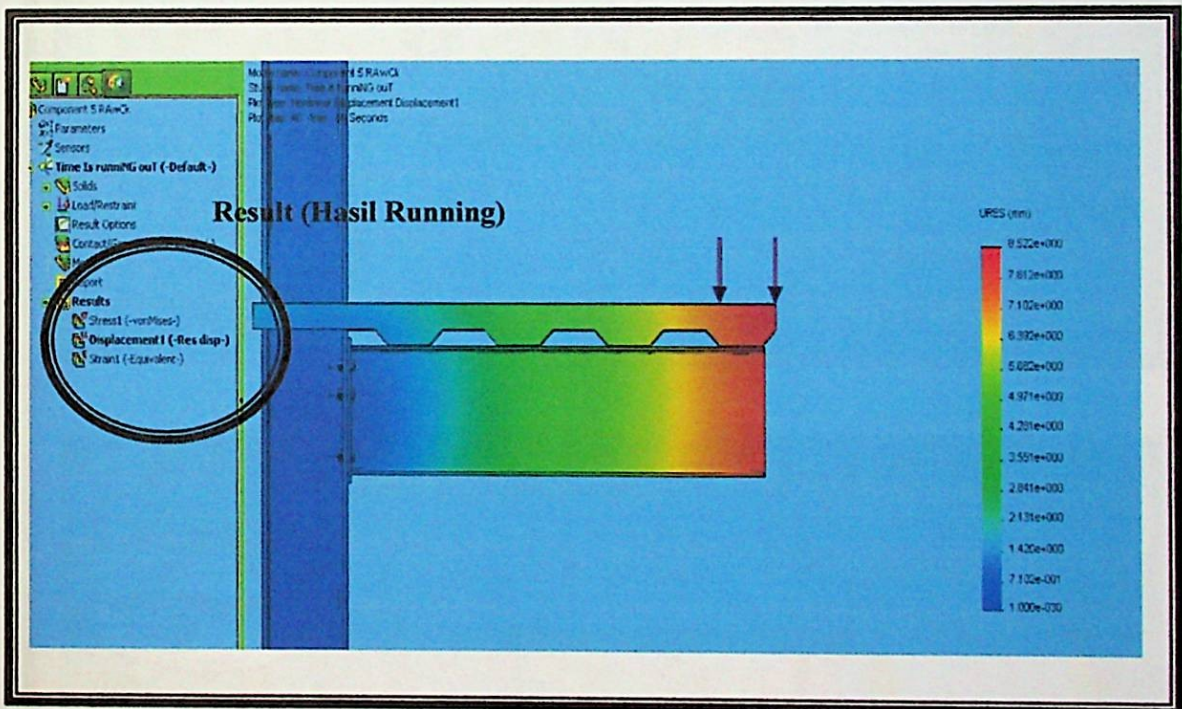


Gambar D.25 Distribusi Tegangan Pada Component 5

4.1.2 Analisa Perhitungan Momen dan Rotasi

Dalam analisa (Output) dari program *Cosmosworks* hasil aouput yang diberikan berupa *displacement*, *Strain* (regangan), *Stress-Von mises* (tegangan) namun program ini tidak memberikan output berupa rotasi dan momen, sehingga dalam perhitungan ini dilakukan perhitungan momen dan rotasi secara manual dengan mengambil *displacement* yang telah diberikan oleh *output (result)* dari analisa struktur dengan menggunakan program *cosmosworks* , dalam pembacaan output dari hasil analisa (*running*) ada beberapa cara yang harus dilakukan yaitu :

1. Pastikan analisa struktur telah dalam kondisi maksimal, dalam tampilan akan muncul hasil data (*result*) berupa Stress (-vonmises-), Displacement, dan Strain :



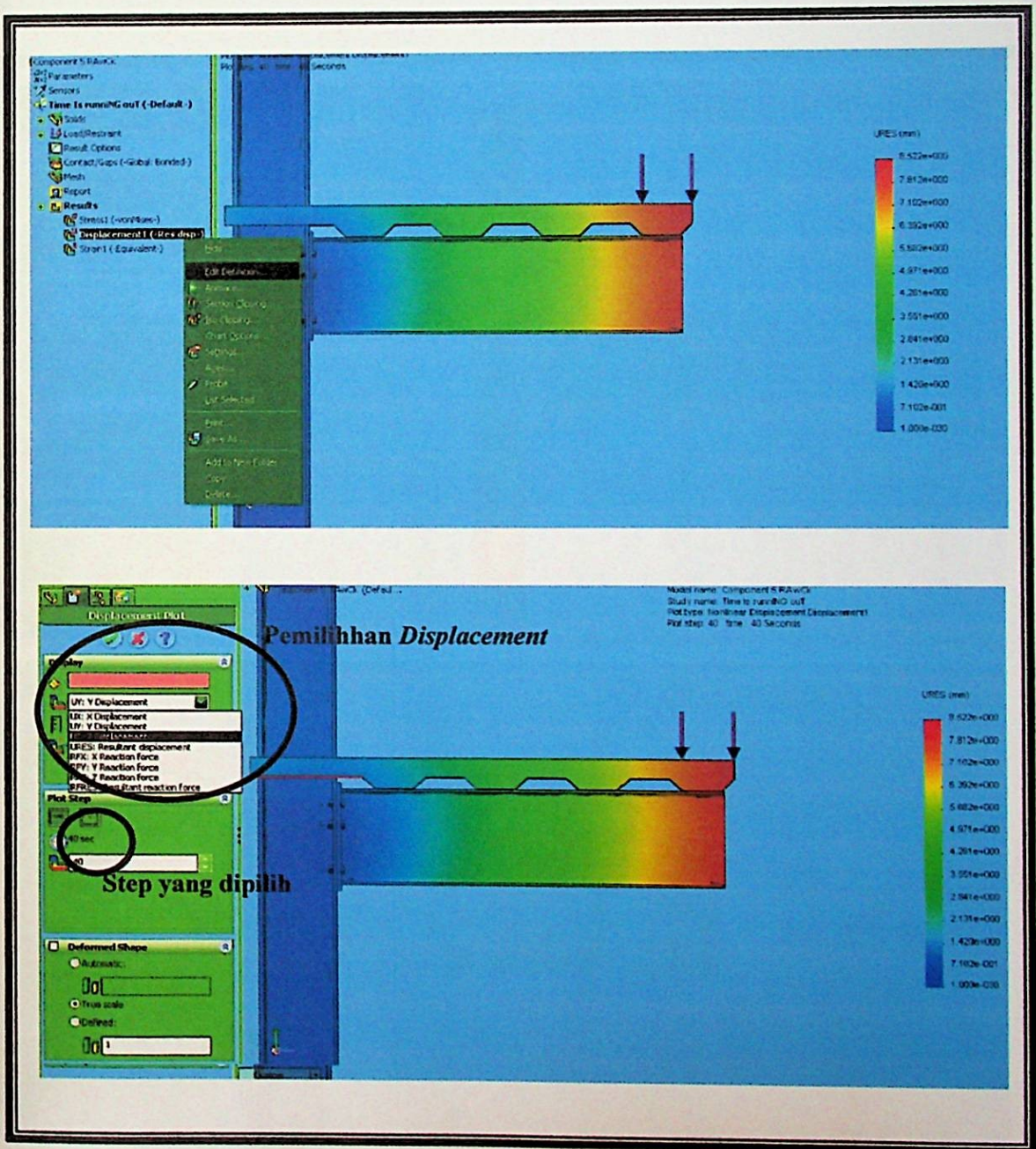
Gambar D.26 Hasil analisa menggunakan *cosmosworks*

2. Untuk memperlihatkan hasil dari (*result*) berupa gambar dapat dilakukan dengan cara klik kanan pada *result* yang diinginkan kemudian *show*, baik itu *strain*, *stress* ataupun *displacement*. Apabila telah ditampilkan (*show*) maka akan dapat melihat distribusi tegangan seperti gambar diatas.

Dalam pengambilan nilai output berupa displacement yang digunakan untuk perhitungan manual dilakukan dengan cara :

1. Perlihatkan data yang akan digunakan :

Displacement-klik kanan (*show*)-*edit defintion*-pilih displacement untuk step beberapa

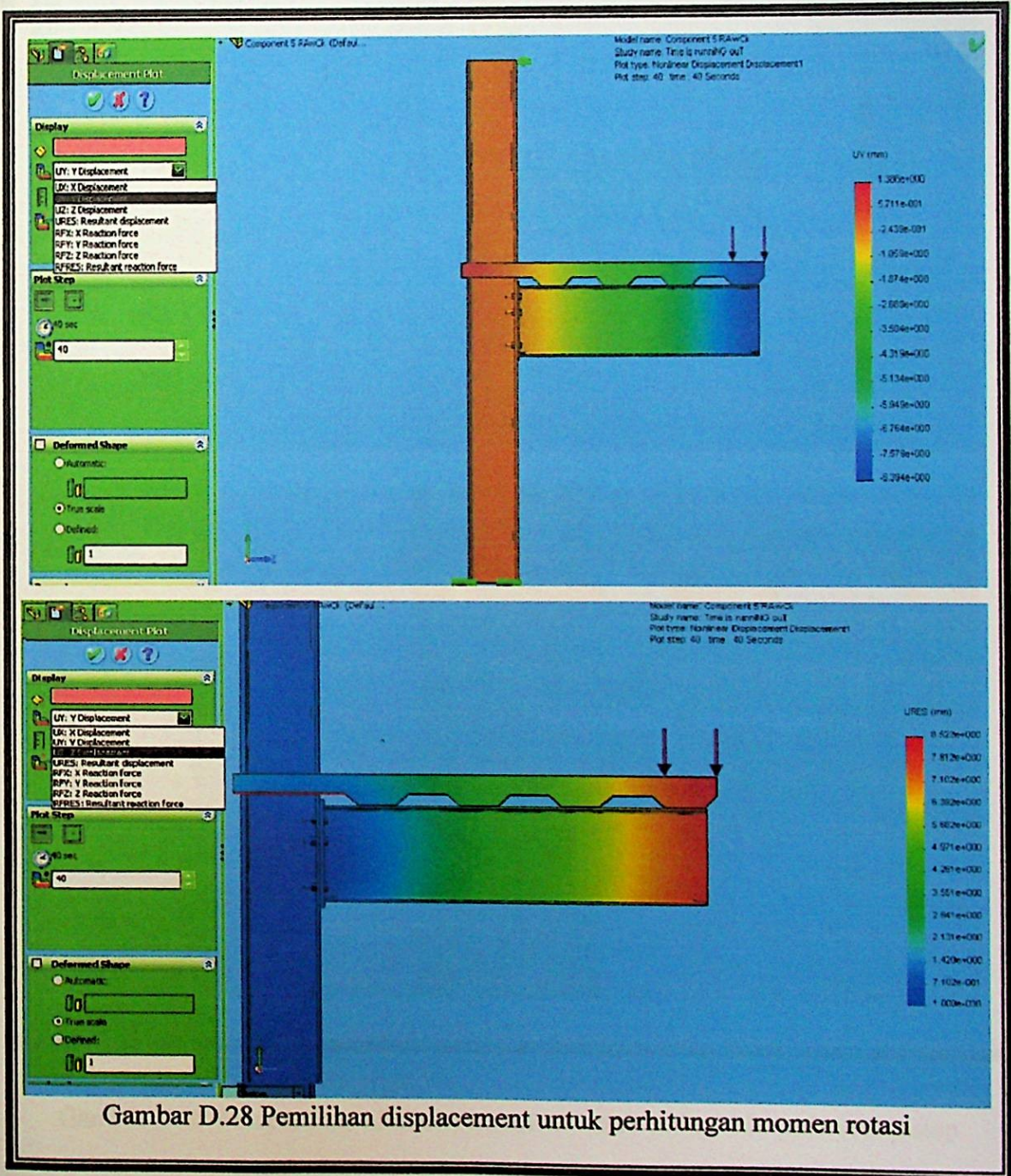


Gambar D.27 Displacement area

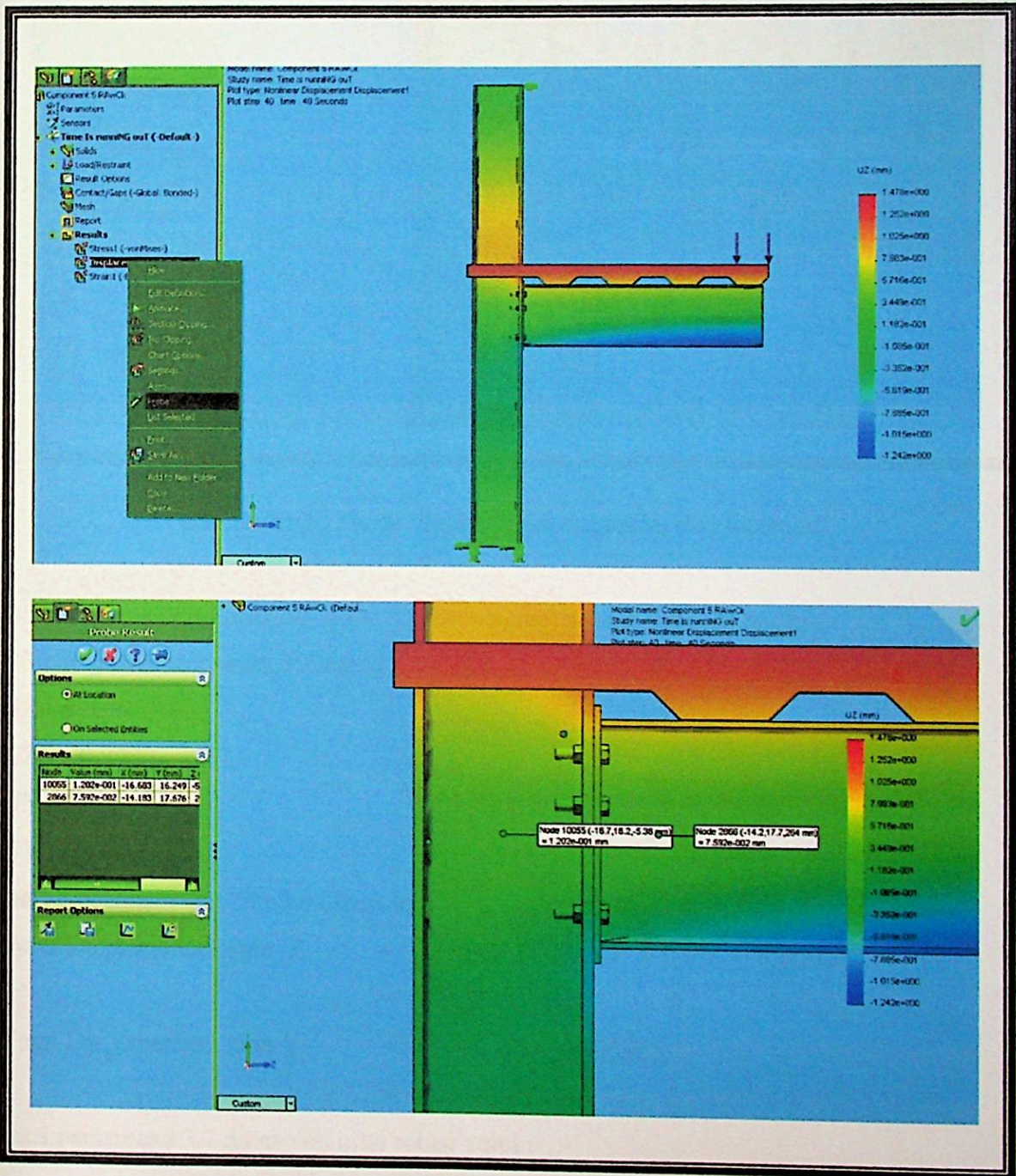
Dalam pemilihan step atau langkah keberapa yang akan dilihat, program tidak dapat memberikan nominal step yang lebih dari step yang telag ada dalam analisa.

2. Untuk perhitungan manual ini digunakan displacement arah y dan z karena bidang gambar yang diambil untuk keadaan normal berada pada sumbu y dan z berikut langkah-langkahnya

Pada result klik *displacement* kemudian pilih *edit definition* pilih *UY-Y Displacement* kemudian *UZ-Z Displacement*

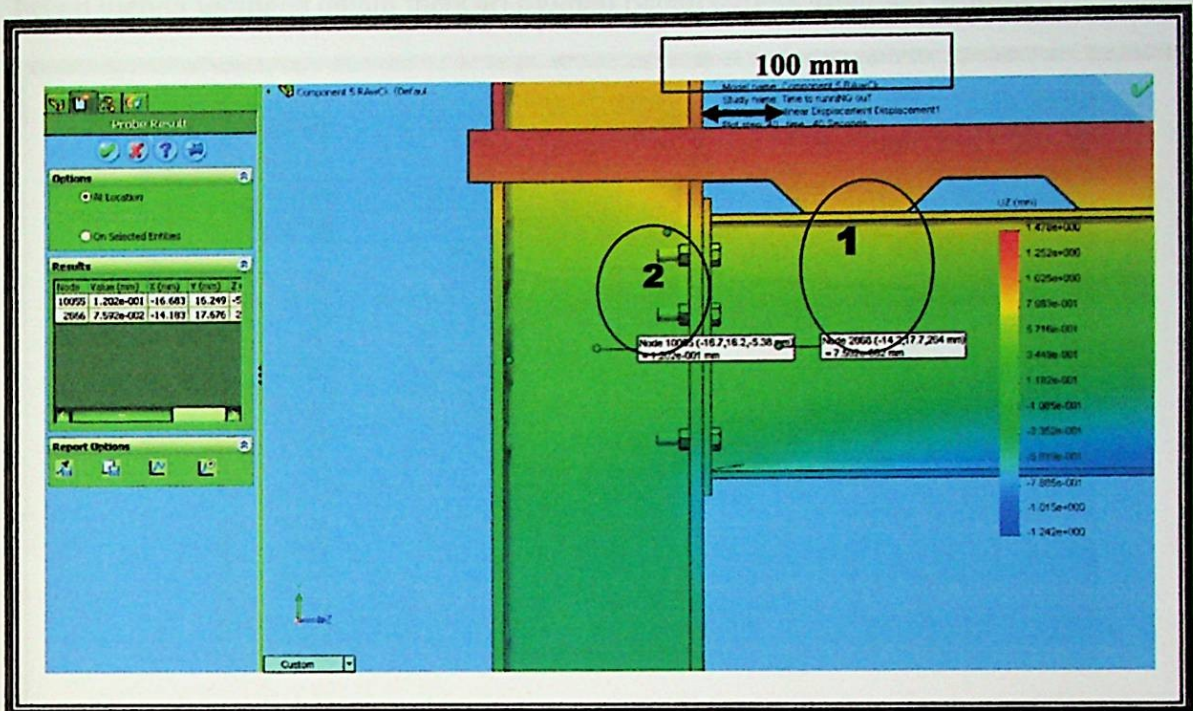


Untuk mendapatkan nilai dari displacement dilihat nilai untuk setiap step sampai pada step akhir dengan cara klik kanan pada displacement yang telah dipilih – probe klik titik yang telah ditentukan sebagai perbandingan. Dalam hal ini titik terdekat pada sambungan berjarak 100 mm



Gambar D.29 Menentukan nilai displacement untuk setiap titik pada setiap step

Sehingga untuk menghitung rotasi yang terjadi pada sambungan :



Gambar D.30 *Probe* dalam penentuan nilai displacement

Diketahui data displacement pada output program adalah sebagai berikut :

Contoh pada component 1 dengan pertambahan beban 7 kN

$$UZ_1 = 0.0085$$

$$UZ_2 = 0.0092$$

$$UY_1 = -0.0526$$

$$UY_2 = -0.00595$$

Dari persamaan 3.3 dan 3.4 diperoleh

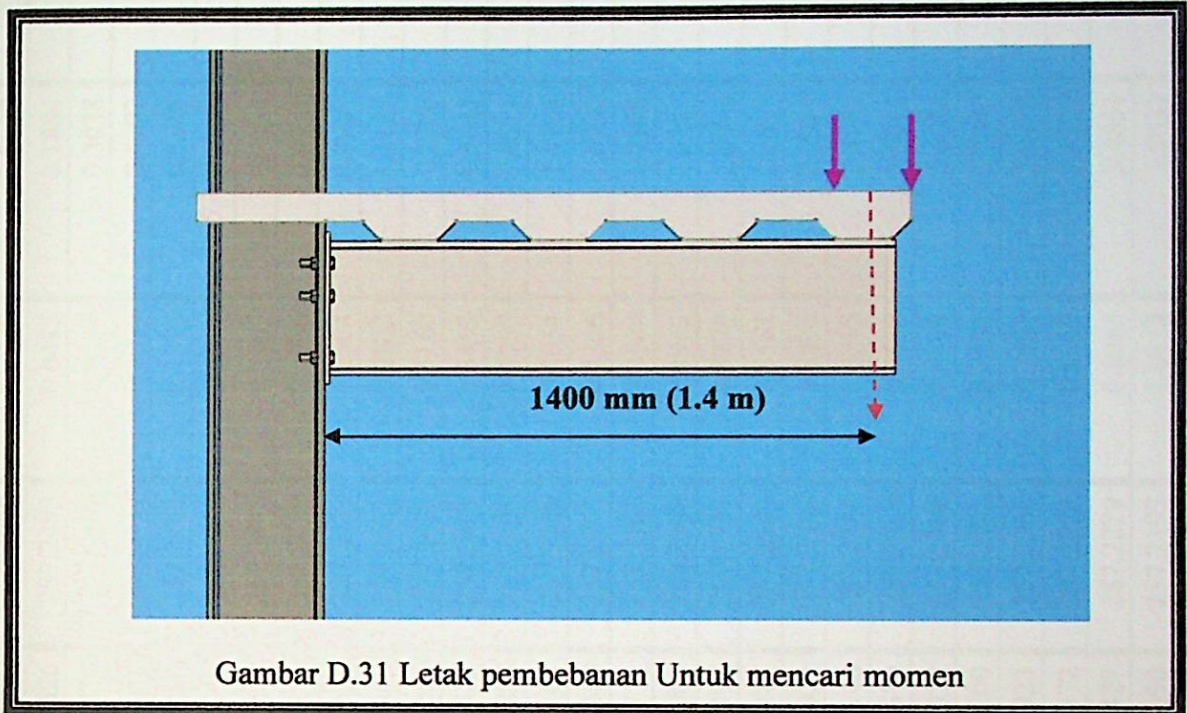
$$\begin{aligned} \text{Total Displacement arah Z} &= 314.5/2 + 100 + 0.0085 + 0.0092 \\ &= 257,2493 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Displacement arah Y} &= |-0.0526 - 0.00595| \\ &= 0.0485 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari persamaan 3.2 diperoleh nilai rotasi yaitu :

$$\begin{aligned} \phi &= \text{Tan}^{-1} (0.085 / 257.2493) \\ &= 0,01893 \text{ mrad} \end{aligned}$$

Untuk nilai momen diambil dari contoh component 1 dengan asumsi beban sebagai beban merata sehingga dalam mencari momen beban berada ditengah sehingga :



$$\begin{aligned} \text{Didapat nilai momen} &= (25 \times 1.2 \times 0.2) \times 1.4 \\ &= 8.4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan tabel yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Faktor Beban	Beban (kN)	K.010m		Batok		DZ (mm)	DY (mm)	Rotasi (mrad)	Momen (kN/m)
		dz (mm)	dy (mm)	dz (mm)	dy (mm)				
0	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
1	25.00	0.0092	-0.00595	0.0085	-0.0526	257.2493	0.0485	0.1884	8.40
2	50.00	0.0147	-0.0041	0.0127	-0.0828	257.2480	0.0781	0.3038	16.80
3	75.00	0.0202	-0.0047	0.0174	-0.1131	257.2472	0.1079	0.4192	25.20
4	100.00	0.0257	-0.0053	0.0220	-0.1433	257.2463	0.1375	0.5345	33.60
5	125.00	0.0312	-0.0058	0.0267	-0.1735	257.2455	0.1671	0.6497	42.00
6	150.00	0.0368	-0.0064	0.0314	-0.2038	257.2446	0.1969	0.7654	50.40
7	175.00	0.0432	-0.0069	0.0361	-0.2341	257.2429	0.2266	0.8811	58.80
8	200.00	0.0476	-0.0075	0.0409	-0.2644	257.2433	0.2564	0.9967	67.20
9	225.00	0.0537	-0.0080	0.0457	-0.2947	257.2421	0.2862	1.1125	75.60
10	250.00	0.0594	-0.0085	0.0509	-0.3251	257.2415	0.3160	1.2286	84.00
11	275.00	0.0652	-0.0091	0.0555	-0.3555	257.2403	0.3459	1.3448	92.40
12	300.00	0.0710	-0.0096	0.0604	-0.3859	257.2395	0.3759	1.4611	100.80
13	325.00	0.0768	-0.0101	0.0654	-0.4163	257.2386	0.4054	1.5758	109.20
14	350.00	0.0828	-0.0109	0.0705	-0.4469	257.2377	0.4356	1.6932	117.60
15	375.00	0.0889	-0.0114	0.0757	-0.4775	257.2368	0.4604	1.7898	126.00
16	400.00	0.0952	-0.0171	0.0811	-0.5083	257.2360	0.4963	1.9292	134.40
17	425.00	0.1616	-0.0121	0.0867	-0.5393	257.1751	0.5270	2.0490	142.80
18	450.00	0.1083	-0.0124	0.0924	-0.5707	257.2341	0.5581	2.1695	151.20
19	475.00	0.1151	-0.0126	0.0984	-0.6024	257.2333	0.5895	2.2917	159.60
20	500.00	0.1220	-0.0129	0.1044	-0.6348	257.2324	0.6215	2.4162	168.00
21	525.00	0.1291	-0.0133	0.1105	-0.6679	257.2314	0.6538	2.5415	176.40
22	550.00	0.1360	-0.0141	0.1166	-0.7027	257.2306	0.6844	2.6606	184.80
23	575.00	0.1431	-0.0183	0.1226	-0.7400	257.2295	0.7151	2.7799	193.20
24	600.00	0.1532	-0.0249	0.1300	-0.7923	257.2268	0.7583	2.9479	201.60
25	625.00	0.1631	-0.0340	0.1385	-0.8572	257.2254	0.8110	3.1527	210.00
26	650.00	0.1753	-0.0462	0.1482	-0.9427	257.2229	0.8965	3.4851	218.40
27	675.00	0.1902	-0.0462	0.1595	-1.0690	257.2193	1.0118	3.9337	226.80
28	700.00	0.2073	-0.0572	0.1686	-1.2910	257.2113	1.2000	4.6654	235.20

Faktor Beban	Beban (kN)	Kolom		Balok		DZ (mm)	DY (mm)	Rotasi (mrad)	Momen (kN/m)
		dz (mm)	dy (mm)	dz (mm)	dy (mm)				
0	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
1	22.50	0.0028	-0.00452	0.0004	-0.0344	257.2476	0.0288	0.1121	7.56
2	45.00	0.0046	-0.0056	0.0005	-0.0539	257.2459	0.0472	0.1836	15.12
3	67.50	0.0063	-0.0067	0.0006	-0.0734	257.2443	0.0656	0.2551	22.68
4	90.00	0.0081	-0.0078	0.0007	-0.0929	257.2426	0.0840	0.3266	30.24
5	112.50	0.9863	-0.0088	0.0009	-0.1124	257.2392	0.1025	0.3984	37.80
6	135.00	0.0117	-0.0099	0.0010	-0.1319	257.2375	0.1209	0.4700	45.36
7	157.50	0.0135	-0.0110	0.0012	-0.1515	257.2358	0.1394	0.5420	52.92
8	180.00	0.0154	-0.0121	0.0014	-0.1711	257.2340	0.1580	0.6141	60.48
9	202.50	0.0174	-0.0131	0.0017	-0.1909	257.2323	0.1767	0.6870	68.04
10	225.00	0.0194	-0.0142	0.0021	-0.2109	257.2305	0.1957	0.7606	75.60
11	247.50	0.0216	-0.0152	0.0026	-0.2309	257.2287	0.2146	0.8344	83.16
12	270.00	0.0239	-0.0163	0.0032	-0.2512	257.2268	0.2339	0.9094	90.72
13	292.50	0.0263	-0.0173	0.0038	-0.2717	257.2249	0.2534	0.9852	98.28
14	315.00	0.0289	-0.0183	0.0047	-0.2925	257.2230	0.2732	1.0623	105.84
15	337.50	0.0317	-0.0193	0.0057	-0.3135	257.2210	0.2933	1.1403	113.40
16	360.00	0.0346	-0.0202	0.0068	-0.3349	257.2191	0.3138	1.2199	120.96
17	382.50	0.0377	-0.0211	0.0080	-0.3566	257.2171	0.3346	1.3007	128.52
18	405.00	0.0410	-0.0220	0.0095	-0.3784	257.2151	0.3555	1.3820	136.08
19	427.50	0.0444	-0.0229	0.0111	-0.4005	257.2131	0.3767	1.4645	143.64
20	450.00	0.0480	-0.0238	0.0128	-0.4229	257.2111	0.3982	1.5483	151.20
21	472.50	0.0517	-0.0247	0.0147	-0.4456	257.2091	0.4201	1.6333	158.76
22	495.00	0.0556	-0.0255	0.0166	-0.4684	257.2071	0.4421	1.7187	166.32
23	517.50	0.0596	-0.0263	0.0188	-0.4915	257.2051	0.4643	1.8053	173.88
24	540.00	0.0637	-0.0272	0.0210	-0.5150	257.2032	0.4870	1.8935	181.44
25	562.50	0.0679	-0.0280	0.0235	-0.5387	257.2013	0.5099	1.9826	189.00
26	585.00	0.0722	-0.0288	0.0260	-0.5628	257.1995	0.5332	2.0731	196.56

28	630.00	0.0809	-0.0305	0.0515	-0.0121	257.1905	0.5000	0.6051	2.3528	219.24
29	652.50	0.0851	-0.0315	0.0344	-0.6377	257.1952		0.6301	2.4497	226.80
30	675.00	0.0892	-0.0326	0.0373	-0.6638	257.1940		0.6554	2.5484	234.36
31	697.50	0.0933	-0.0338	0.0402	-0.6906	257.1931		0.6809	2.6476	241.92
32	720.00	0.0972	-0.0352	0.0432	-0.7183	257.1928		0.7058	2.7442	249.48
33	742.50	0.1004	-0.0374	0.0461	-0.7478	257.1933		0.7296	2.8367	257.04
34	765.00	0.1028	-0.0420	0.0490	-0.7809	257.1917		0.7594	2.9528	264.60
35	787.50	0.1073	-0.0513	0.0526	-0.8206	257.1914		0.7975	3.1006	272.16
36	810.00	0.1112	-0.0612	0.0568	-0.8679	257.1933		0.8506	3.3074	279.72
37	832.50	0.1135	-0.0705	0.0618	-0.9287	257.1945		0.9149	3.5572	287.28
38	855.00	0.1173	-0.0781	0.0676	-0.9994	257.1956		1.0870	4.2242	294.84
39	877.50	0.1220	-0.0845	0.0735	-1.0870	257.3235				

Tabel E.3 Tabulasi Perulangan Momen-Rotasi Component 3

Faktor Beban	Beban (kN)	Kolom		Balok		DZ (mm)	DY (mm)	Rotasi (mrad)	Momen (kN/m)
		dz (mm)	dy (mm)	dz (mm)	dy (mm)				
0	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
1	30.00	0.0025	-0.00468	0.0003	-0.0302	257.2478	0.0243	0.0944	10.08
2	60.00	0.0041	-0.0059	0.0004	-0.0471	257.2463	0.0401	0.1557	20.16
3	90.00	0.0058	-0.0071	0.0005	-0.0641	257.2448	0.0558	0.2170	30.24
4	120.00	0.0074	-0.0083	0.0006	-0.0811	257.2433	0.0716	0.2784	40.32
5	150.00	0.0090	-0.0095	0.0007	-0.0981	257.2418	0.0874	0.3398	50.40
6	180.00	0.0106	-0.0107	0.0008	-0.1151	257.2402	0.1032	0.4012	60.48
7	210.00	0.0122	-0.0119	0.0010	-0.1321	257.2387	0.1190	0.4626	70.56
8	240.00	0.0139	-0.0131	0.0011	-0.1491	257.2372	0.1348	0.5240	80.64
9	270.00	0.0156	-0.0143	0.0013	-0.1662	257.2357	0.1507	0.5859	90.72
10	300.00	0.0174	-0.0155	0.0015	-0.1834	257.2341	0.1667	0.6481	100.80
11	330.00	0.0192	-0.0167	0.0018	-0.2006	257.2326	0.1827	0.7104	110.88
12	360.00	0.0212	-0.0179	0.0022	-0.2180	257.2310	0.1990	0.7734	120.96
13	390.00	0.0232	-0.0191	0.0027	-0.2354	257.2295	0.2152	0.8365	131.04
14	420.00	0.0253	-0.0202	0.0032	-0.2529	257.2279	0.2315	0.9001	141.12
15	450.00	0.0275	-0.0214	0.0038	-0.2706	257.2263	0.2481	0.9644	151.20
16	480.00	0.0298	-0.0225	0.0045	-0.2884	257.2247	0.2647	1.0292	161.28
17	510.00	0.0323	-0.0237	0.0054	-0.3063	257.2231	0.2815	1.0945	171.36
18	540.00	0.0349	-0.0248	0.0064	-0.3245	257.2215	0.2986	1.1609	181.44
19	570.00	0.0377	-0.0259	0.0075	-0.3429	257.2199	0.3159	1.2282	191.52
20	600.00	0.0406	-0.0270	0.0087	-0.3613	257.2182	0.3332	1.2956	201.60
21	630.00	0.0436	-0.0281	0.0101	-0.3800	257.2165	0.3509	1.3641	211.68
22	660.00	0.0468	-0.0291	0.0116	-0.3898	257.2148	0.3596	1.3981	221.76
23	690.00	0.0502	-0.0302	0.0133	-0.4179	257.2132	0.3867	1.5033	231.84
24	720.00	0.0537	-0.0312	0.0151	-0.4372	257.2114	0.4040	1.5706	241.92
25	750.00	0.0574	-0.0332	0.0171	-0.4566	257.2097	0.4233	1.6459	252.00
26	780.00	0.0611	-0.0333	0.0191	-0.4763	257.2080	0.4420	1.7186	262.08

28	840.00	0.0651	-0.0555	0.0351	0.5104	257.2029	0.4996	1.9423	292.32
29	870.00	0.0733	-0.0362	0.0262	-0.5368	257.2029	0.4996	1.9423	292.32
30	900.00	0.0775	-0.0372	0.0287	-0.5570	257.2013	0.5188	2.0169	302.40
31	930.00	0.0817	-0.0382	0.0313	-0.5788	257.1996	0.5395	2.0975	312.48
32	960.00	0.0858	-0.0393	0.0338	-0.6004	257.1981	0.5598	2.1765	322.56
33	990.00	0.0897	-0.0406	0.0362	-0.6226	257.1965	0.5809	2.2587	332.64
34	1020.00	0.0933	-0.0417	0.0381	-0.6454	257.1948	0.6024	2.3422	342.72
35	1050.00	0.0964	-0.0430	0.0395	-0.6693	257.1931	0.6248	2.4291	352.80
36	1080.00	0.0988	-0.0445	0.0400	-0.6944	257.1911	0.6480	2.5195	362.88
37	1110.00	0.0999	-0.0464	0.0388	-0.7217	257.1889	0.6714	2.6104	372.96
38	1140.00	0.0978	-0.0503	0.0342	-0.7536	257.1864	0.6961	2.7064	383.04
39	1170.00	0.0913	-0.0575	0.0252	-0.7937	257.1839	0.7280	2.8307	393.12
40	1200.00	0.0860	-0.0657	0.0100	-0.8481	257.1740	0.8481	3.2978	403.20

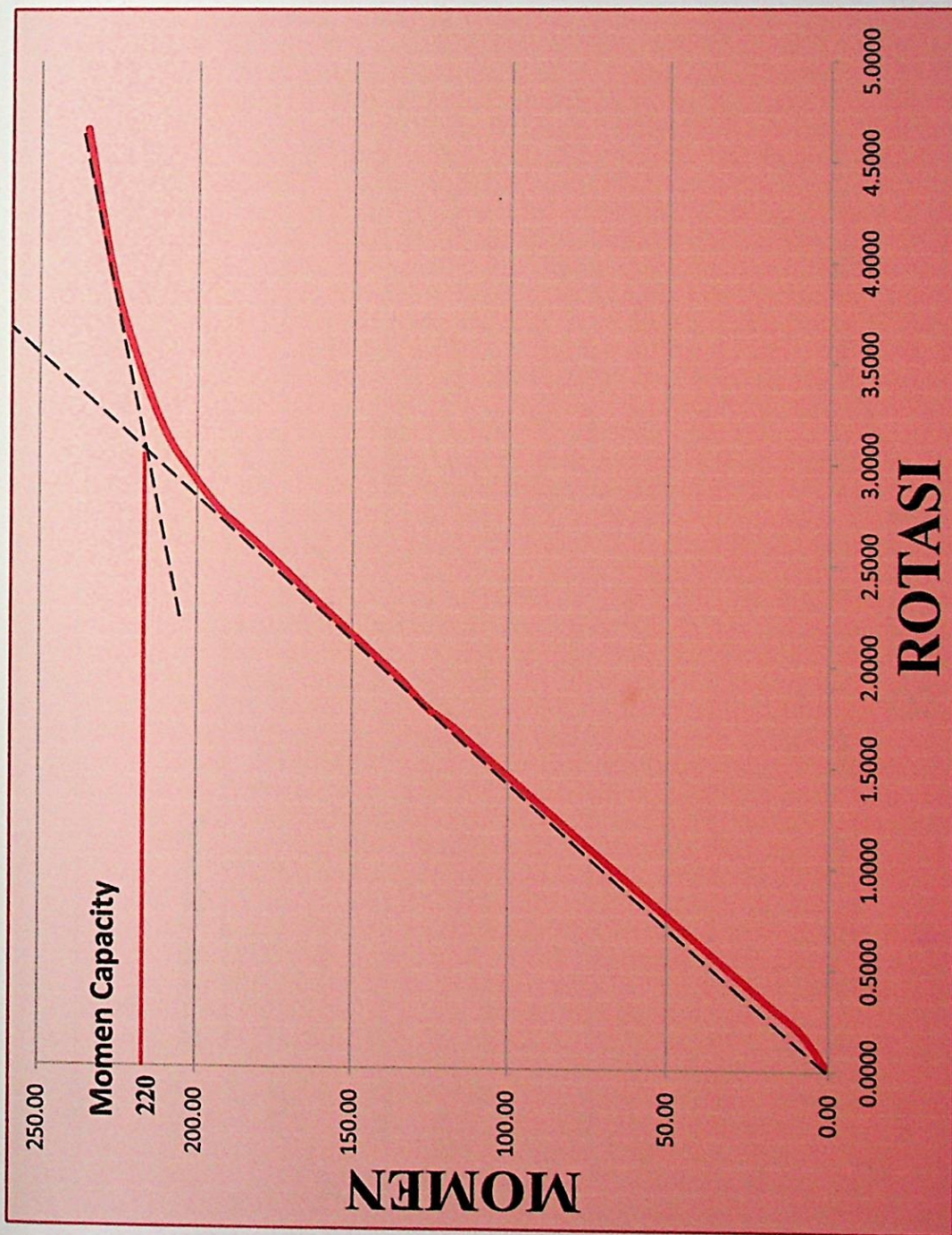
Tabel E.4 Tabulasi Perhitungan Momen-Rotasi Component 4

Faktor Beban	Beban (kN)	Kolom		Balok		DZ (mm)	DY (mm)	Rotasi (mrad)	Momen (kN/m)
		dz (mm)	dy (mm)	dz (mm)	dy (mm)				
0	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
1	45.00	0.0059	-0.00604	0.0035	-0.0461	257.2475	0.0377	0.1464	15.12
2	90.00	0.0104	-0.0085	0.0040	-0.0787	257.2435	0.0683	0.2654	30.24
3	135.00	0.0150	-0.0104	0.0085	-0.1113	257.2435	0.0980	0.3808	45.36
4	180.00	0.0194	-0.0133	0.0111	-0.1440	257.2417	0.1282	0.4985	60.48
5	225.00	0.0244	-0.0158	0.0138	-0.1768	257.2394	0.1586	0.6166	75.60
6	270.00	0.0295	-0.0182	0.0167	-0.2098	257.2373	0.1892	0.7355	90.72
7	315.00	0.0349	-0.0206	0.0200	-0.2431	257.2351	0.2201	0.8557	105.84
8	360.00	0.0405	-0.0230	0.0235	-0.2766	257.2330	0.2513	0.9768	120.96
9	405.00	0.0466	-0.0253	0.0274	-0.3104	257.2308	0.2828	1.0993	136.08
10	450.00	0.0533	-0.0276	0.0319	-0.3448	257.2287	0.3150	1.2245	151.20
11	495.00	0.0667	-0.0298	0.0372	-0.3798	257.2205	0.3478	1.3522	166.32
12	540.00	0.0688	-0.0320	0.0431	-0.4152	257.2243	0.3811	1.4815	181.44
13	585.00	0.0773	-0.0341	0.0494	-0.4512	257.2221	0.4150	1.6134	196.56
14	630.00	0.0864	-0.0362	0.0563	-0.4876	257.2199	0.4493	1.7467	211.68
15	675.00	0.0959	-0.0383	0.0639	-0.5249	257.2180	0.4844	1.8834	226.80
16	720.00	0.1060	-0.0405	0.0723	-0.5631	257.2163	0.5203	2.0228	241.92
17	765.00	0.1163	-0.0428	0.0814	-0.6022	257.2151	0.5567	2.1643	257.04
18	810.00	0.1266	-0.0455	0.0908	-0.6423	257.2142	0.5917	2.3005	272.16
19	855.00	0.1358	-0.0506	0.1009	-0.6856	257.2151	0.6195	2.4085	287.28
20	900.00	0.1471	-0.0661	0.1163	-0.7444	257.2192	0.6619	2.5734	302.40
21	945.00	0.1678	-0.0825	0.1437	-0.8329	257.2259	0.7370	2.8650	317.52
22	990.00	0.2021	-0.0959	0.1820	-0.9562	257.2299	0.9562	3.7173	332.64

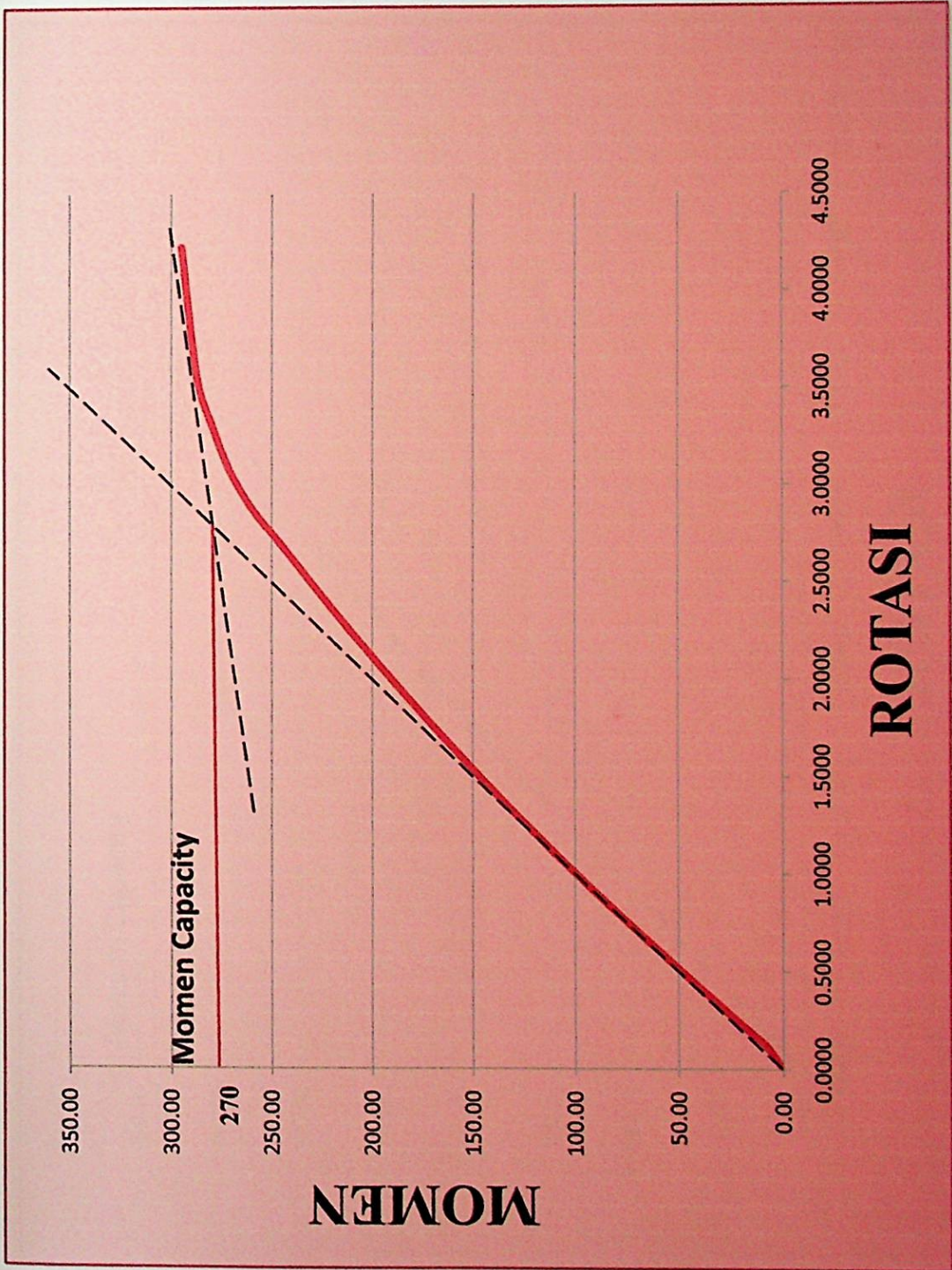
Tabel E.5 Tabulasi Perhitungan Momen-Rotasi Component 5

Faktor Beban	Beban (kN)	Kolom		Balok		DZ (mm)	DY (mm)	Rotasi (mrad)	Momen (kN/m)
		dz (mm)	dy (mm)	dz (mm)	dy (mm)				
0	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
1	25.00	0.0027	-0.00449	0.0012	-0.0297	257.2484	0.0235	0.0912	8.40
2	50.00	0.0044	-0.0062	0.0018	-0.0461	257.2473	0.0386	0.1502	16.80
3	75.00	0.0062	-0.0075	0.0024	-0.0626	257.2462	0.0538	0.2092	25.20
4	100.00	0.0079	-0.0088	0.0030	-0.0791	257.2451	0.0690	0.2682	33.60
5	125.00	0.0096	-0.0101	0.0037	-0.0956	257.2440	0.0842	0.3273	42.00
6	150.00	0.0114	-0.0114	0.0043	-0.1121	257.2429	0.0994	0.3862	50.40
7	175.00	0.0131	-0.0127	0.0049	-0.1287	257.2418	0.1147	0.4457	58.80
8	200.00	0.0149	-0.0141	0.0056	-0.1452	257.2407	0.1298	0.5047	67.20
9	225.00	0.0167	-0.0154	0.0063	-0.1618	257.2396	0.1451	0.5642	75.60
10	250.00	0.0186	-0.0167	0.0071	-0.1785	257.2385	0.1605	0.6241	84.00
11	275.00	0.0205	-0.0180	0.0079	-0.1952	257.2374	0.1759	0.6839	92.40
12	300.00	0.0225	-0.0193	0.0088	-0.2119	257.2363	0.1913	0.7438	100.80
13	325.00	0.0246	-0.0206	0.0097	-0.2288	257.2351	0.2069	0.8045	109.20
14	350.00	0.0268	-0.0219	0.0108	-0.2457	257.2340	0.2226	0.8652	117.60
15	375.00	0.0290	-0.0232	0.0119	-0.2627	257.2329	0.2383	0.9263	126.00
16	400.00	0.0313	-0.0244	0.0131	-0.2798	257.2317	0.2541	0.9879	134.40
17	425.00	0.0338	-0.0257	0.0144	-0.2971	257.2306	0.2701	1.0502	142.80
18	450.00	0.0363	-0.0270	0.0157	-0.3144	257.2294	0.2862	1.1126	151.20
19	475.00	0.0390	-0.0282	0.0173	-0.3319	257.2283	0.3025	1.1758	159.60
20	500.00	0.0419	-0.0295	0.0190	-0.3496	257.2271	0.3189	1.2399	168.00
21	525.00	0.0449	-0.0307	0.0208	-0.3674	257.2319	0.3355	1.3043	176.40
22	550.00	0.0480	-0.0319	0.0228	-0.3854	257.2247	0.3523	1.3696	184.80
23	575.00	0.0513	-0.0331	0.0248	-0.4035	257.2236	0.3692	1.4353	193.20
24	600.00	0.0546	-0.0343	0.0270	-0.4216	257.2224	0.3861	1.5008	201.60
25	625.00	0.0581	-0.0356	0.0293	-0.4399	257.2212	0.4032	1.5676	210.00
26	650.00	0.0618	-0.0367	0.0317	-0.4589	257.2200	0.4210	1.6368	218.40
27	675.00	0.0655	-0.0379	0.0343	-0.4770	257.2188	0.4380	1.7027	226.80
28	700.00	0.0692	-0.0390	0.0369	-0.4952	257.2176	0.4555	1.7700	235.20

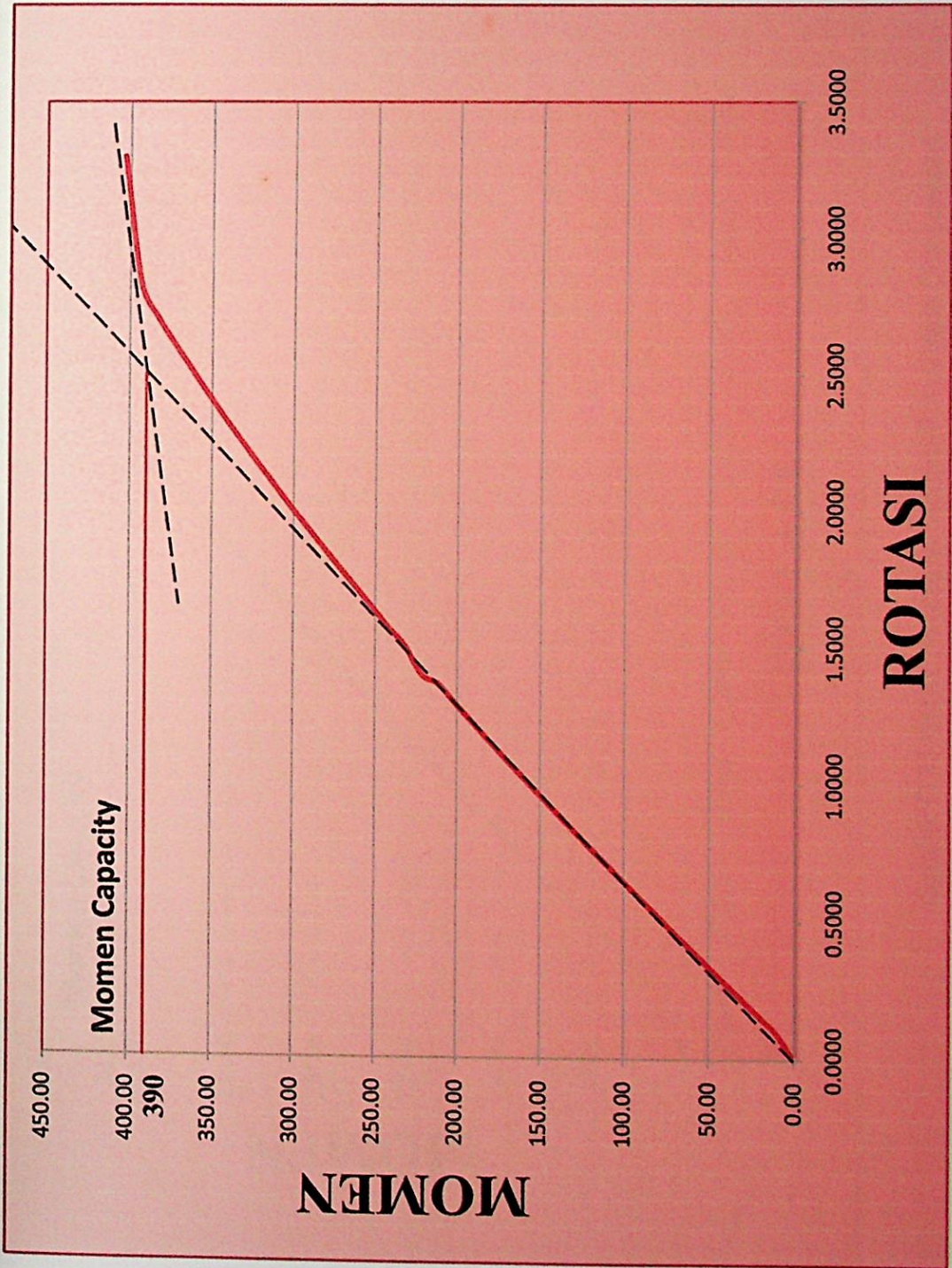
30	750.00	0.0774	-0.0414	0.0426	-0.5337	257.2152	0.4912	1.9096	252.00
31	775.00	0.0815	-0.0425	0.0456	-0.5529	257.2141	0.5093	1.9799	260.40
32	800.00	0.0859	-0.0437	0.0488	-0.5724	257.2130	0.5276	2.0512	268.80
33	825.00	0.0902	-0.0448	0.0521	-0.5920	257.2119	0.5460	2.1229	277.20
34	850.00	0.0946	-0.0460	0.0554	-0.6117	257.2109	0.5645	2.1948	285.60
35	875.00	0.0989	-0.0472	0.0588	-0.6318	257.2099	0.5834	2.2683	294.00
36	900.00	0.1033	-0.0484	0.0622	-0.6521	257.2089	0.6025	2.3424	302.40
37	925.00	0.1076	-0.0496	0.0656	-0.6727	257.2080	0.6218	2.4176	310.80
38	950.00	0.1120	-0.0509	0.0691	-0.6935	257.2071	0.6413	2.4934	319.20
39	975.00	0.1162	-0.0522	0.0726	-0.7148	257.2064	0.6611	2.5705	327.60
40	1000.00	0.1202	-0.0537	0.0759	-0.7367	257.2057	0.7367	2.8642	336.00



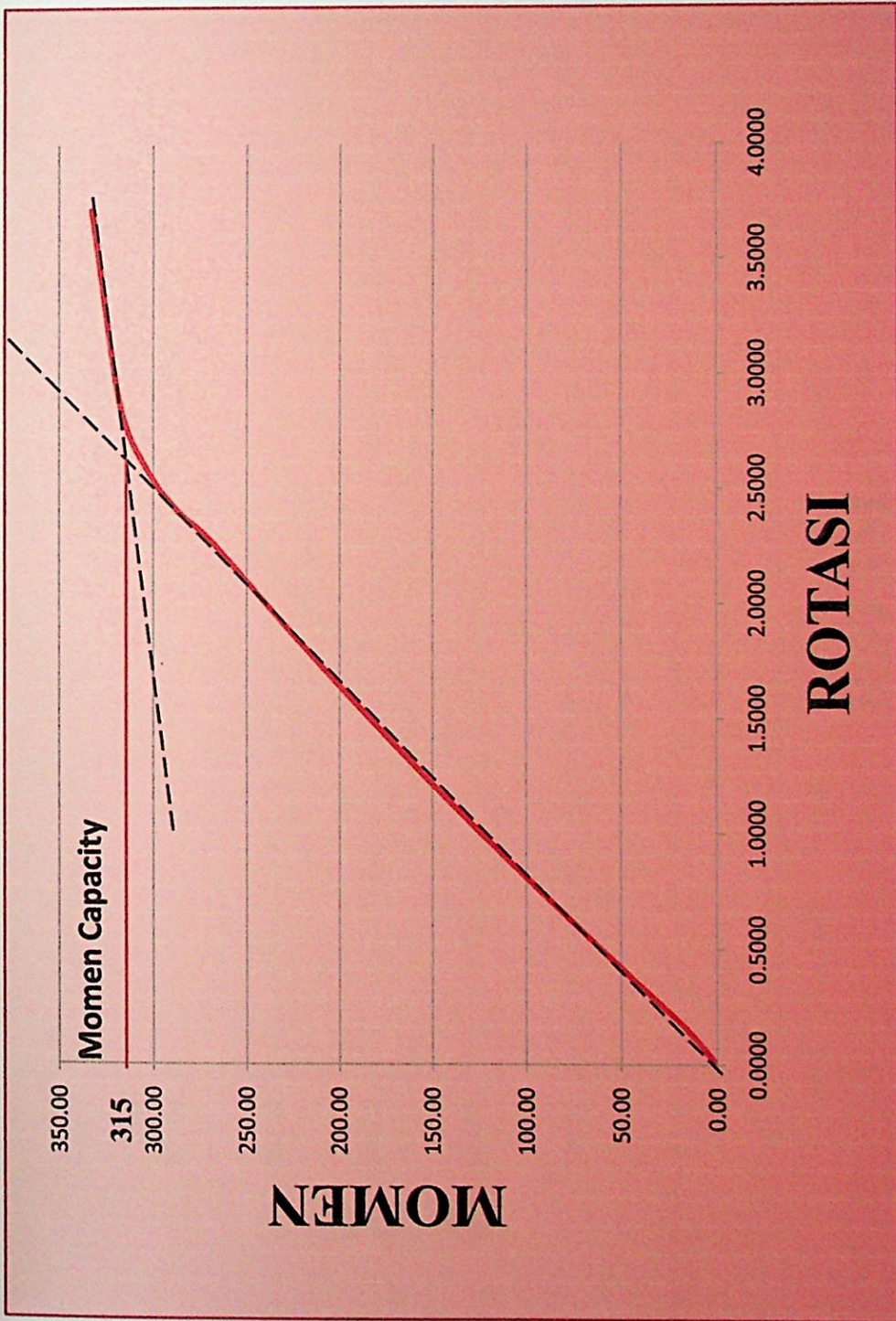
Gambar D.32 Grafik Hubungan Momen-Rotasi pada Component 1



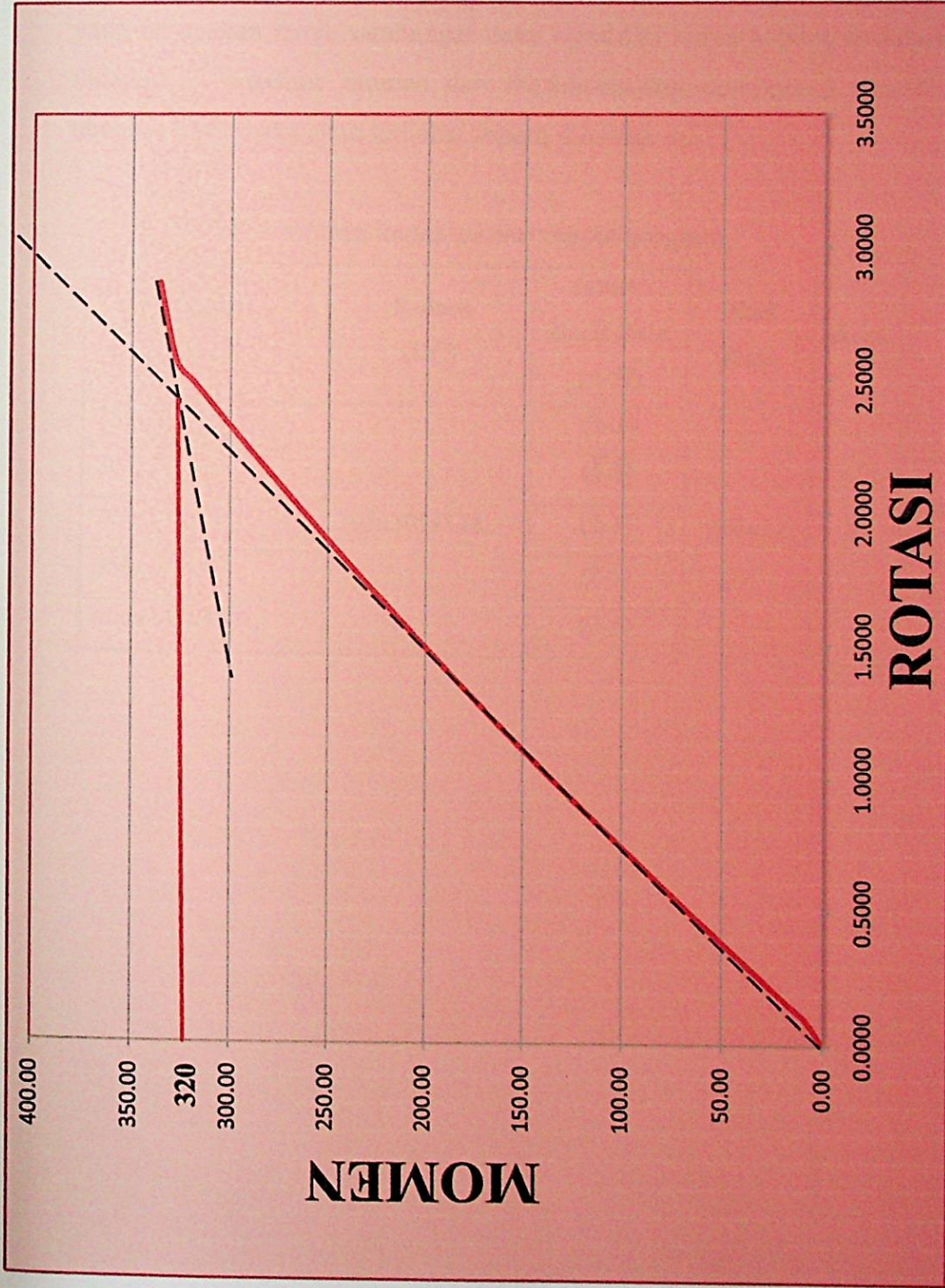
Gambar D.33 Grafik Hubungan Momen-Rotasi pada Component 2



Gambar D.34 Grafik Hubungan Momen-Rotasi pada Component 3



Gambar D.35 Grafik Hubungan Momen-Rotasi pada Component 4



Gambar D.36 Grafik Hubungan Momen-Rotasi pada Component 5

Dari hasil perhitungan momen dan rotasi yang dihitung dengan menggunakan *displacement* pada output program telah digambarkan untuk mendapatkan hubungan antara momen-rotasi yang dalam sumbu koordinat membentuk suatu hubungan kurva yang merupakan kurva sambungan *semi rigid*. dari kurva hubungan antara momen-rotasi didapatkan kapasitas momen dari masing-masing component jika di bentuk dalam bentuk tabel maka akan terlihat seperti dibawah ini

Tabel E.6 Momen kapasitas dari output program

Balok (UB)	Kolom (UC)	Jumlah Baris Baut (A-B)	End Plate	Baut	Kapasitas Momen (kNm)
254x146x43	305x305x118	(1-1)	200x12	20	220
305x165x46		(1-1)			270
356x127x39		(2-1)			390
356x171x67		(2-1)			315
406x140x46		(2-1)			320

4.2. Perhitungan Secara Manual berdasarkan British Standard

Berikut merupakan dimensi serta konfigurasi perencanaan perhitungan :

Compt 1 : **Column (kolom) Profil I UC Beam 305 x 305 x 118**(British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 149.8 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 11.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 314.5 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 306.8 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 18.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 27601 cm ⁴

UB Beam (Balok) Profil I UB Beam 254 x 146 x 43 (british Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 55.1 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 7.3 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 259.6 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 147.3 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 12.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 6558 cm ⁴
Fillet radius	: 7.6 mm

End Plate 200 x 12 dengan panjang $259.60 + 2(25) = 309.6$ mm

Komposit Steel Deck

Lebar	: 1200 mm
Tebal	: 2 mm
Kedalaman Slab(D_s)	: 130 mm
Kedalaman Profile(D_p)	: 50 mm (sudut trapezoid 45 ⁰)

S 355 , Rebar (tulangan) 16 mm Grade 460

4.2.1 Daerah Tarik

A. Tulangan

Potential Resistance

Untuk tulangan 16 mm maka $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ (BS 8110,1997)

$$P_{\text{reinf}} = \frac{F_y A_{\text{reinf}}}{\gamma_m} = \frac{460 \times 1210 \times 10^{-3}}{1.05} = 530.1 \text{ kN}$$

Cek luas minimum dari *Reinforcement* untuk Balok dengan grade S275

Dari tabel *minimum allowable area of rebar for plastic connection* untuk S275, kedalaman Beam 254, Grade Beam 460 = $550 \text{ mm}^2 < 1210$ Aman

Cek luas maksimum dari *Reinforcement* untuk mencegah *crushing* pada beton

Dimana :

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c}{\mu} \frac{f_{cu}}{f_y}$$

$$A_L = \frac{0.6 \times 306.8 \times (130-50)}{0} \times \frac{F_{cu}}{F_y}$$

Dalam perhitungan ini diasumsikan kekuatan sambungan memiliki kekuatan yang sama yaitu S137 sehingga harga $\mu = 0$, sehingga $A_L \leq \sim$ (Tak Hingga) dengan A_L tak hingga sehingga $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ Aman

B. Baris baut 1 (Hanya baris pada tarik)

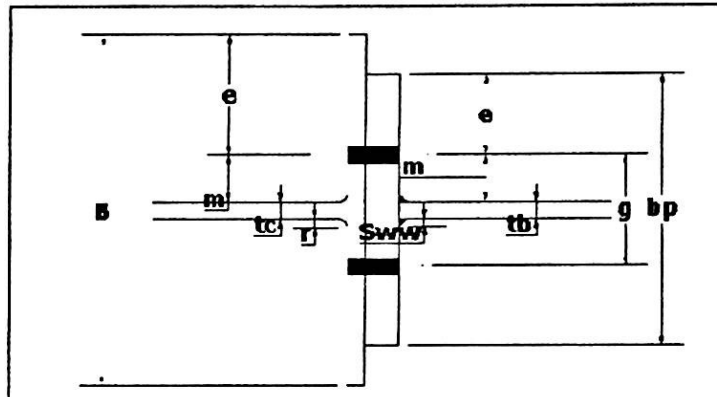
1. Geometri sambungan pada sisi kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0.8r_c = \frac{90}{2} - \frac{11.9}{2} - 0.8 \times 15.2$$

$$= 26.89 \text{ mm}$$

$$e = \frac{B - g}{2} = \frac{306.8 - 90}{2} = 108.4 \text{ mm}$$

Mencari nilai n = Nilai minimum dari e , 1.25m
 = 108.4 atau 1.25×26.89
 = 33.6 mm



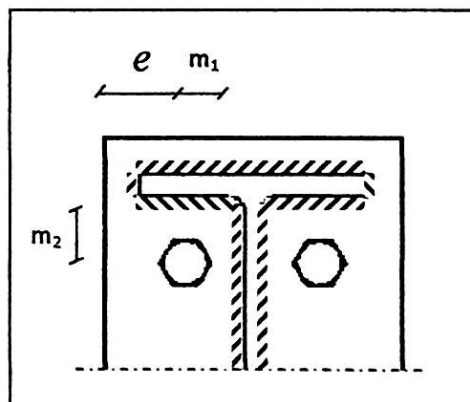
Gambar D.37 Geometri Sambungan

2. Bending pada flens kolom

Dari tabel L_{eff} untuk patem (iii) dari gambar C.10

$$L_{eff} = \alpha m_1$$

α diambil dari tabel dengan mencari λ_1 dan λ_2 terlebih dahulu



Gambar D.38 Geometri Panjang e , m_1 , m_2

$$\begin{aligned} m_1 &= m &= 26.89 \text{ mm} \\ m_2 &= p_1 - T_b - 0.8 s_{wf} &= 60 - 12.7 - 0.8(7.6) = 41.22 \text{ mm} \\ \lambda_1 &= m_1 / (m_1 + e) &= 26.89 / (26.89 + 55) = 0.328 \\ \lambda_2 &= m_2 / (m_1 + e) &= 41.22 / (26.89 + 55) = 0.5 \end{aligned}$$

Dengan melihat grafik di dapat $\alpha = 2\pi$, sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 26.89 = 168.86 \text{ mm}$

Dari tabel C.10 L_{eff} untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4 m + 1.25e = (4 \times 26.89) + (1.25 \times 108.4) \\ = 107.56 + 109.65 = 217.21 \text{ mm}$$

Sehingga diambil $L_{eff} = 217.21 \text{ mm}$

$$M_p \text{ (Momen Plastis) untuk flens kolom : } M_p = \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times \rho y}{4} \\ = \frac{168.86 \times 11.9^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4} \\ = 1643.968 \text{ kNm}$$

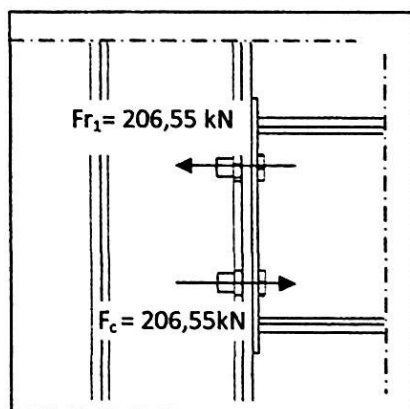
3. Tipe Keruntuhan kritis minimum

$$\text{Tipe 1} \quad P_r = \frac{4M_p}{m} \Rightarrow \frac{4 \times 1643.968}{26.89} = 244.54 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 2} \quad P_r = \frac{2M_p + n \Sigma P_t'}{m+n} \Rightarrow \frac{2 \times 1643.968 + 33.6 \times 2 \times 137}{26.89 + 33.6} = 206.55 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 3} \quad P_r = \Sigma P_t' \Rightarrow 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

Sehingga diambil nilai $P_r = 206.55 \text{ kN}$

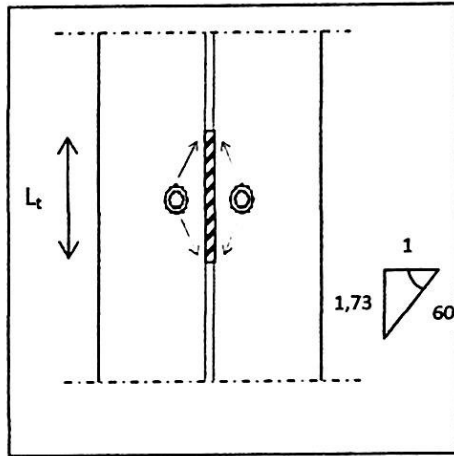


Gambar D.39 Penyebaran gaya tarik dan tekan pada baut

4. Tarik pada badan kolom

$$L_t = 45 \times \tan 60 \times 2 = 45 \times 1.73 \times 2 = 155.7 \text{ mm}$$

$$P_t = L_t \times T_w \times \rho_y = 155.7 \times 18.7 \times 275 \times 10^{-3} = 800.687 \text{ kN}$$



Gambar D.40 Letak L_t pada Struktur Sambungan

5. Geometri sisi balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0.8s_{ww} = \frac{90}{2} - \frac{7.3}{2} - 0.8 \times 8 = 34.95 \text{ mm}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} = \frac{200 - 90}{2} = 55 \text{ mm}$$

n adalah nilai minimum dari e, 1.25m atau e (sisi kolom, diatas)

$$n = 55 \text{ atau } 1.25 \times 34.95 = 43.68 \text{ mm}$$

6. Bending pada End Plate

Dari Gambar C.11, L_{eff} diberikan

Min [Max (ii,iii), i] jika $g < 0.7 B_b$ dan $T_b < 0.8 t_p$

Dari tabel C.10 untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4m + 1.25e = 4 \times 34.95 + 1.25 \times 55 = 208.55 \text{ mm}$$

Dari Gambar C.10 untuk petern (iii)

$L_{eff} = \alpha m_1$ sehingga untuk mencari nilai α harus menggunakan tabel dengan terlebih dahulu mencari nilai λ_1 dan λ_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$m_1 = m = 34.95$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0.8 \times s_{wf} = 60 - 12.7 - 0.8 \times 7.6 = 41.22 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 34.95 / (34.95 + 55) = 0.38$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 41.22 / (34.95 + 55) = 0.45$$

Dengan melihat grafik pada gambar C.12 di dapat $\alpha = 2\pi$ sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 45 = 282.6 \text{ mm}$

Dari tabel untuk petern (i)

$$L_{eff} = 2\pi m = 219.48 \text{ mm}$$

$$\text{Oleh karna itu diambil } L_{eff} = 282.6 \text{ mm}$$

Sehingga M_p (momen plastis)

$$M_p = \frac{L_{eff} \times t_p^2 \times p_y}{4} = \frac{282.6 \times 12^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4}$$

$$= 2797.74 \text{ kNm}$$

7. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1 :

$$P_r = \frac{4M_p}{m} = \frac{4 \times 2797.4}{34.95} = 320.16 \text{ kN}$$

Tipe 2 :

$$P_r = \frac{2M_p + n \Sigma P_t'}{m + n} = \frac{2 \times 2797.4 + 43.68 \times 2 \times 137}{34.95 + 43.68} = 223.36 \text{ kN}$$

Tipe 3 :

$$P_r = \Sigma P_t' = 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

4.2.2 Daerah Tekan

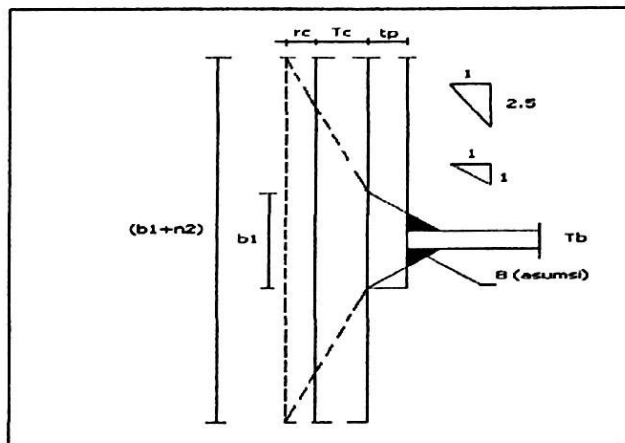
1. Crushing pada badan kolom

$$b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p = 12.7 + 2(7.6) + 2(12) = 51.9 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2.5(T_c + r) \times 2 = 2.5(18.7 + 15.2) \times 2 = 169.5 \text{ mm}$$

$$\text{Sehingga : } P_c = (b_1 + n) \times t_c \times p_y = (51.9 + 169.5) \times 11.9 \times 275 \times 10^{-3}$$

$$= 724.383 \text{ kN}$$



Gambar D.41 Letak r , T_c dan t_p

2. Buckling pada badan kolom

n_1 = Kedalaman kolom (*column depth*) = 314.5 mm

ρ_c diperoleh dari tabel 27 (c) dari *BS 5950-part 1* menggunakan

$$\begin{aligned} d &= \text{Kedalaman kolom } (D_c) - 2 (\text{kolom fillet } (r)) - 2 (\text{ketebalan flens } (T_c)) \\ &= 314.5 - 2 (15.2) - 2 (18.7) \\ &= 246.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{2.5d}{t_c} = \frac{2.5 \times 246.7}{11.9} = 51.82$$

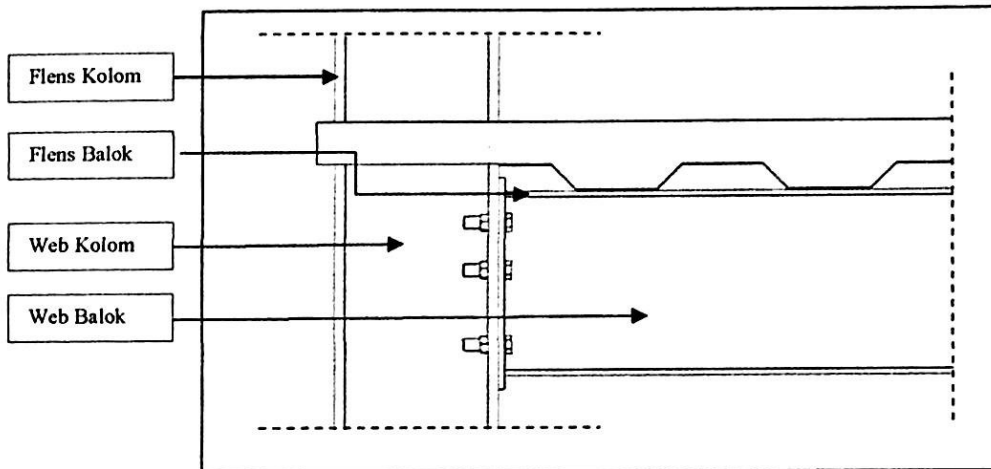
Untuk $\rho_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $\rho_c = 219 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} P_c &= (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c = (65.3 + 314.5) \times 11.9 \times 219 \times 10^{-3} = \\ &= 989.796 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sehingga gaya tekan pada kolom adalah 768.383 kN

3. Crushing pada flens balok

$$\begin{aligned} P_c &= 1.4_{y_b} \times T_b \times B_b = 1.4 \times 275 \times 10^{-3} \times 12.7 \times 147.3 \\ &= 720.223 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar D.42 Bagian-bagian pada struktur pada komponen

4. Area geser pada panel kolom

$$\begin{aligned}
 P_v &= 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \\
 &= 0.6 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.9 \times 314.5 \\
 &= 617.52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4.2.3. Perhitungan Momen Kapasitas

Total gaya tarik potensial (reinforcement + baut) adalah

$$\begin{aligned}
 \sum P &= P_{\text{reinf}} + P_{r1} = 530.1 + 231 \\
 &= 761.1 \text{ kN} = 761 \text{ kN} \\
 P_c &= 721 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Badan balok tidak mengalami tekan, kapasitas tekan lain yaitu pada :

Crushing pada badan kolom = 725 kN

Buckling pada badan kolom = 990 kN

990 kN > 761 kN, Aman

Kapasitas momen

$$\begin{aligned}
 M_i &= (F_{\text{reinf}} + H_{\text{reinf}}) + (F_{r1} + h_{r1}) \\
 &= (530 + (259.6 - 12.7/2 + 95)) + 231 (259.6 - 12.7/2 - 60) \times 10^{-3} \\
 &= 229.213 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Catatan : (12.7 (Tebal flens balok), 259,6 (Kedalaman Balok), 95 (Jarak dasar deck kepusat reinforcement), 60 (jarak flens balok terhadap pusat baut)).

Compt 2 : Column (kolom) Profil I UC Beam 305 x 305 x 118 (British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 149.8 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 11.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 314.5 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 306.8 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 18.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 27601 cm ⁴

UB Beam (Balok) Profil I UB Beam 305 x 165 x 46 (british Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 58.9 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 6.7 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 307.1 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 165.7 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 11.8 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 9948 cm ⁴
Fillet radius	: 8.9 mm
End Plate 200 x 12 dengan panjang	$307.1 + 2(25) = 357.1$ mm

Komposit Steel Deck

Lebar	: 1200 mm
Tebal	: 2 mm
Kedalaman Slab(D_s)	: 130 mm
Kedalaman Profile(D_p)	: 50 mm (sudut trapezoid 45 ⁰)
S 355 , Rebar (tulangan) 16 mm Grade 460	

4.2.4 Daerah Tarik

A. Tulangan

Potential Resistance

Untuk tulangan 16 mm maka $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ (BS 8110,1997)

$$P_{\text{reinf}} = \frac{F_y A_{\text{reinf}}}{\gamma_m} = \frac{460 \times 1210 \times 10^{-3}}{1.05} = 530.1 \text{ kN}$$

Cek luas minimum dari *Reinforcement* untuk Balok dengan grade S275

Dari tabel *minimum allowable area of rebar for plastic connection* untuk S275, kedalaman Beam 305 = $550 \text{ mm}^2 < 1210$ Aman

Cek luas maksimum dari *Reinforcement* untuk mencegah *crushing* pada beton

Dimana :

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c f_{cu}}{\mu f_y}$$

$$A_L = \frac{0.6 \times 306.8 \times (130-50)}{0} \times \frac{F_{cu}}{F_y}$$

Dalam perhitungan ini diasumsikan kekuatan sambungan memiliki kekuatan yang sama yaitu S137 sehingga harga $\mu = \text{ nol}$, sehingga $A_L \leq \sim$ (Tak Hingga) dengan A_L tak hingga sehingga $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ Aman

B. Baris baut 1 (Hanya baris pada tarik)

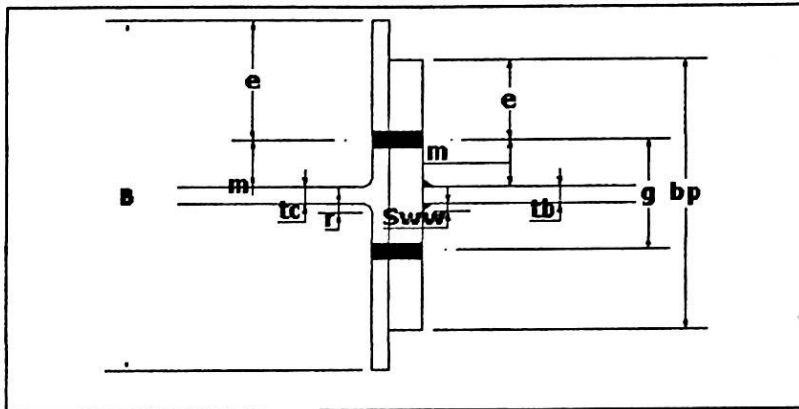
1. Geometri sambungan pada sisi kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0.8r_c = \frac{90}{2} - \frac{11.9}{2} - 0.8 \times 15.2$$

$$= 26.89 \text{ mm}$$

$$e = \frac{B - g}{2} = \frac{306.8 - 90}{2} = 108.4 \text{ mm}$$

Mencari nilai n = Nilai minimum dari e, 1.25m
 = 108.4 atau 1.25 x 26.89
 = 33.6 mm



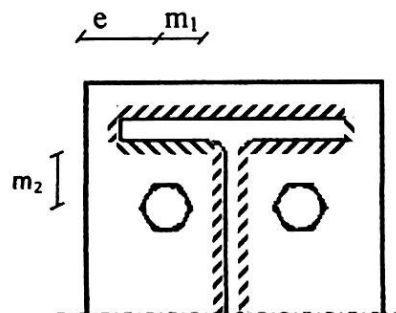
Gambar D.43 Geometri Sambungan

2. Bending pada flens kolom

Dari tabel L_{eff} untuk patern (iii) dari gambar C.10

$$L_{eff} = \alpha m_1$$

α diambil dari tabel dengan mencari λ_1 dan λ_2 terlebih dahulu

Gambar D.44 Geometri Panjang e , m_1 , m_2

$$m_1 = m = 26.89 \text{ mm}$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0.8 s_{wf} = 60 - 11.8 - 0.8(8.9) = 41.08 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 26.89 / (26.89 + 55) = 0.328$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 41.08 / (26.89 + 55) = 0.5$$

Dengan melihat grafik di dapat $\alpha = 2\pi$, sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 26.89 = 168.86 \text{ mm}$

Dari tabel L_{eff} untuk petern (ii)

$$\begin{aligned} L_{eff} &= 4 m + 1.25e = (4 \times 26.89) + (1.25 \times 108.4) \\ &= 107.56 + 109.65 = 217.21 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga diambil $L_{eff} = 217.21 \text{ mm}$

$$M_p \text{ (Momen Plastis) untuk flens kolom : } M_p = \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times \rho_y}{4}$$

$$= \frac{168.86 \times 11.9^2 \times 275}{4}$$

$$= 1643.968 \text{ kNm}$$



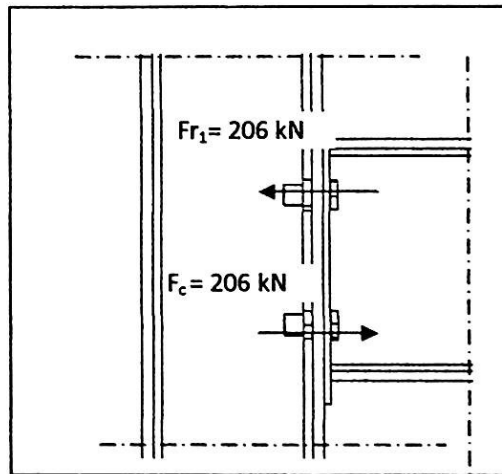
3. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1
$$P_r = \frac{4M_p}{m} \Rightarrow \frac{4 \times 1643.968}{26.89} = 244.54 \text{ kN}$$

Tipe 2
$$P_r = \frac{2M_p + n \Sigma P_t'}{m+n} \Rightarrow \frac{2 \times 1643.968 + 33.6 \times 2 \times 137}{26.89 + 33.6} = 206.55 \text{ kN}$$

Tipe 3
$$P_r = \Sigma P_t' \Rightarrow 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

Sehingga diambil nilai $P_r = 206.55 \text{ kN}$

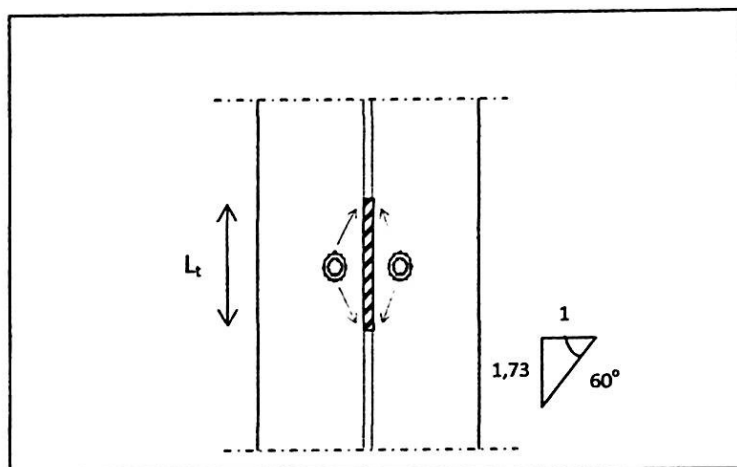


Gambar D.45 Penyebaran gaya tarik dan tekan pada baut

4. Tarik pada badan kolom

$$L_1 = 45 \times \tan 60 \times 2 = 45 \times 1.73 \times 2 = 155.7 \text{ mm}$$

$$P_t = L_1 \times T_w \times \rho_y = 155.7 \times 18.7 \times 275 \times 10^{-3} = 800.687 \text{ kN}$$



Gambar D.46 Letak L_t pada Struktur Sambungan

5. Geometri sisi balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0,8s_{ww} = \frac{90}{2} - \frac{6,7}{2} - 0,8 \times 8 = 35,25 \text{ mm}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} = \frac{200 - 90}{2} = 55 \text{ mm}$$

n adalah nilai minimum dari e , 1.25m atau e (sisi kolom, diatas)

$$n = 55 \text{ atau } 1,25 \times 35,25 = 44,06 \text{ mm}$$

6. Bending pada End Plate

Dari Gambar C.11, L_{eff} diberikan

Min [Max (ii,iii), i] jika $g \leq 0,7 B_b$ dan $T_b \leq 0,8 t_p$

Dari tabel C.10 untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4m + 1,25e = 4 \times 35,25 + 1,25 \times 55 = 209,75 \text{ mm}$$

Dari Gambar C.10 untuk petern (iii)

$L_{eff} = \alpha m_1$ sehingga untuk mencari nilai α harus menggunakan tabel dengan terlebih dahulu mencari nilai λ_1 dan λ_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$m_1 = m = 35.25$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0.8 \times s_{wf} = 60 - 13.7 - 0.8 \times 8.9 = 39.18 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 35.25 / (35.25 + 55) = 0.39$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 39.18 / (35.25 + 55) = 0.434$$

Dengan melihat grafik pada gambar C.12 di dapat $\alpha = 2\pi$ sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 45 = 282.6 \text{ mm}$

Dari tabel untuk petern (i)

$$L_{eff} = 2\pi m = 221.37 \text{ mm}$$

$$\text{Oleh karna itu diambil } L_{eff} = 209.75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } M_p \text{ (momen plastis)} \quad M_p &= \frac{L_{eff} \times t_p^2 \times p_y}{4} = \frac{209.75 \times 12^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4} \\ &= 2076.52 \text{ kNm} \end{aligned}$$

t_p = Tebal End Plate

7. Tipe Keruntuhan kritis minimum

$$\text{Tipe 1 :} \quad P_r = \frac{4M_p}{m} = \frac{4 \times 2076.52}{35.25} = 235.63 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 2 :} \quad P_r = \frac{2M_p + n \Sigma P_t'}{m + n} = \frac{2 \times 2076.52 + 44.06 \times 2 \times 137}{35.25 + 44.06} = 204.58 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 3 :} \quad P_r = \Sigma P_t' = 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

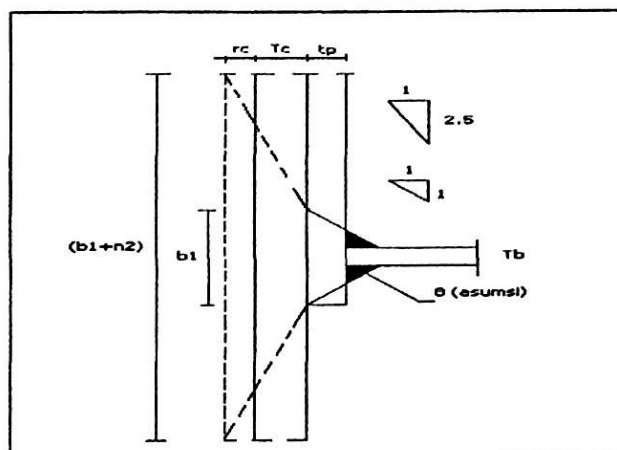
4.2.5 Daerah Tekan

1. Crushing pada badan kolom

$$b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p = 11.8 + 2(8.9) + 2(12) = 53.6 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2.5(T_c + r) \times 2 = 2.5(18.7 + 15.2) \times 2 = 169.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } P_c &= (b_1 + n) \times t_c \times \rho_y &= (53.6 + 169.5) \times 11.9 \times 275 \times 10^{-3} \\ & &= 730.094 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar D.47 Letak r , T_c dan t_p

2. Buckling pada badan kolom

n_1 = Kedalaman kolom (*column depth*) = 314.5 mm

ρ_c diperoleh dari tabel 27 (c) dari *BS 5950-part 1* menggunakan

$$\begin{aligned} d &= \text{Kedalaman kolom } (D_c) - 2 \text{ (kolom fillet } (r)) - 2 \text{ (ketebalan flens } (T_c)) \\ &= 314.5 - 2(15.2) - 2(18.7) \\ &= 246.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{2.5d}{t_c} = \frac{2.5 \times 246.7}{11.9} = 51.82$$

Untuk $\rho_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $\rho_c = 219 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} P_c &= (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c = (53.6 + 314.5) \times 11.9 \times 219 \times 10^{-3} = \\ &= 959.305 \text{ kN} \end{aligned}$$

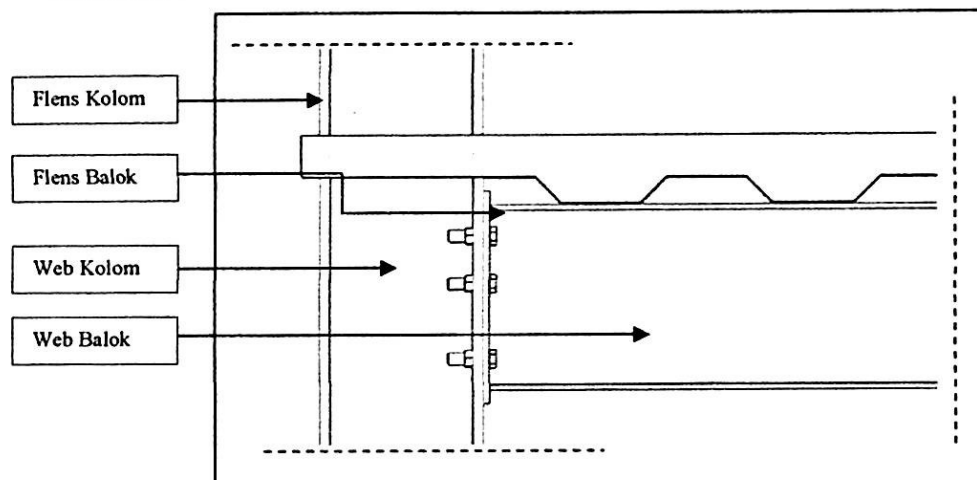
Sehingga gaya tekan pada kolom adalah 731 kN

3. Crushing pada flens balok

$$\begin{aligned} P_c &= 1.4_{y_b} \times T_b \times B_b = 1.4 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.8 \times 165.7 \\ &= 752.775 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Area geser pada panel kolom

$$\begin{aligned}
 P_v &= 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \\
 &= 0.6 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.9 \times 314.5 \\
 &= 617.52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar D.48 Bagian-bagian pada struktur pada component

4.2.6 Perhitungan Momen Kapasitas

Total gaya tarik potensial (reinforcement + baut) adalah

$$\begin{aligned}
 \sum P &= P_{\text{reinf}} + P_{r1} = 530.1 + 231 + 200 \\
 &= 761.1 \text{ kN} = 762 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_c = 753 \text{ kN (cursh pada flens balok)}$$

Badan balok tidak mengalami tekan, kapasitas tekan lain yaitu pada :

Crushing pada badan kolom = 731 kN

Buckling pada badan kolom = 960 kN

960 kN < 762 kN,..... Aman

Kapasitas momen

$$\begin{aligned}
 M_i &= (F_{\text{reinf}} + H_{\text{reinf}}) + (F_{r1} + h_{r1}) \\
 &= (530 \times (307.1 - 11.8/2 + 95) + 207 \times (307.1 - 11.8/2 - 60)) \times 10^{-3} \\
 &= 259.914 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Catatan : (11.8 (Tebal flens balok), 307.1 (Kedalaman Balok), 95 (Jarak dasar deck kepusat reinforcement), 60 (jarak flens balok terhadap pusat baut)).

Compt 3 : Column (kolom) Profil I UC Beam 305 x 305 x 118(British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 149.8 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 11.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 314.5 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 306.8 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 18.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 27601 cm ⁴

UB Beam (Balok) Profil I UB Beam 356 x 127 x 39 (British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 49.4 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 6.5 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 352.8mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 126 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 10.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 10087 cm ⁴
Fillet radius	: 10.2 mm
End Plate 200 x 12 dengan panjang	$352.8 + 2(25) = 420.8$ mm

Komposit Steel Deck

Lebar	: 1200 mm
Tebal	: 2 mm
Kedalaman Slab(D_s)	: 130 mm
Kedalaman Profile(D_p)	: 50 mm (sudut trapezoid 45 ⁰)
S 355 , Rebar (tulangan) 16 mm Grade 460	

4.2.7 Daerah Tarik

A. Tulangan

Potential Resistance

Untuk tulangan 16 mm maka $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ (BS 8110,1997)

$$P_{\text{reinf}} = \frac{F_y A_{\text{reinf}}}{\gamma_m} = \frac{460 \times 1210 \times 10^{-3}}{1.05} = 530.1 \text{ kN}$$

Cek luas minimum dari *Reinforcement* untuk Balok dengan grade S275

Dari tabel *minimum allowable area of rebar for plastic connection* untuk S275, kedalaman Beam 356 = $550 \text{ mm}^2 < 1210$ Aman

Cek luas maksimum dari *Reinforcement* untuk mencegah *crushing* pada beton

Dimana :

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c}{\mu} \frac{f_{cu}}{f_y}$$

$$A_L = \frac{0.6 \times 306.8 \times (130-50)}{0} \times \frac{F_{cu}}{F_y}$$

Dalam perhitungan ini diasumsikan kekuatan sambungan memiliki kekuatan yang sama yaitu S137 sehingga harga $\mu = \text{nol}$, sehingga $A_L \leq \sim$ (Tak Hingga) dengan A_L tak hingga sehingga $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ Aman

B. Baris baut 1 (Hanya baris pada tarik)

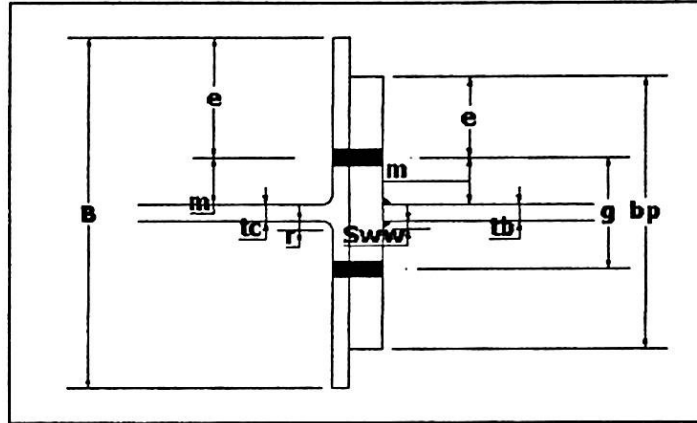
1. Geometri sambungan pada sisi kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0.8r_c = \frac{90}{2} - \frac{11.9}{2} - 0.8 \times 15.2$$

$$= 26.89 \text{ mm}$$

$$e = \frac{B - g}{2} = \frac{306.8 - 90}{2} = 108.4 \text{ mm}$$

Mencari nilai n = Nilai minimum dari e , 1.25m
 = 108.4 atau 1.25×26.89
 = 33.6 mm



Gambar D.49 Geometri Sambungan

2. Bending pada flens kolom

Dari tabel L_{eff} gambar C.11 diambil petern (ii,i)

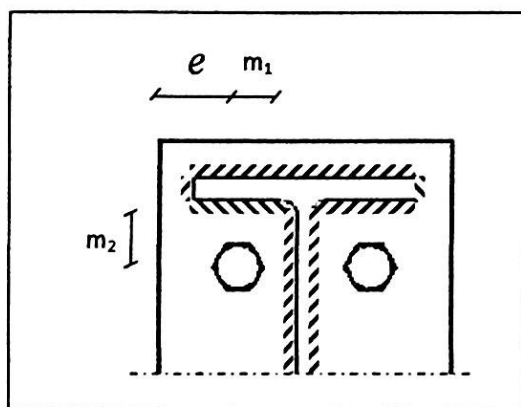
Sehingga dari gambar C.10, pettern (i)

$$2\pi m = 2\pi \times 26.89 = 168.86 \text{ mm}$$

Untuk pettern (ii)

$$4m + 1.25e = 4 \times 26.89 + 1.25 \times 108.4 \\ = 243.06 \text{ mm}$$

$$M_p \text{ (Momen Plastis) untuk flens kolom : } M_p = \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times \rho_y}{4} \\ = \frac{243.06 \times 11.9^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4} \\ = 2366.356 \text{ kNm}$$



Gambar D.50 Geometri Panjang e , m_1 , m_2

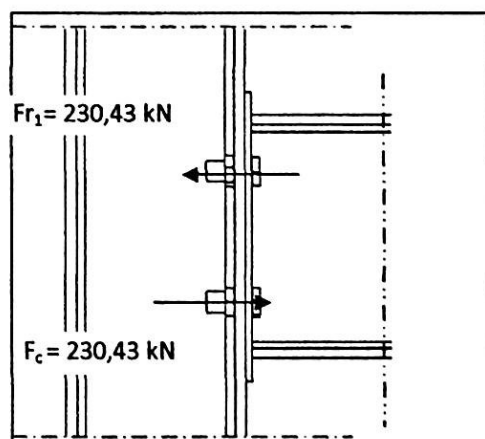
3. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1
$$P_r = \frac{4M_p}{m} \Rightarrow \frac{4 \times 2366.356}{26.89} = 352 \text{ kN}$$

Tipe 2
$$P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_t'}{m+n} \Rightarrow \frac{2 \times 2366.356 + 33.6 \times 2 \times 137}{26.89 + 33.6} = 230.43 \text{ kN}$$

Tipe 3
$$P_r = \Sigma P_t' \Rightarrow 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

Sehingga diambil nilai $P_r = 230.43 \text{ kN}$

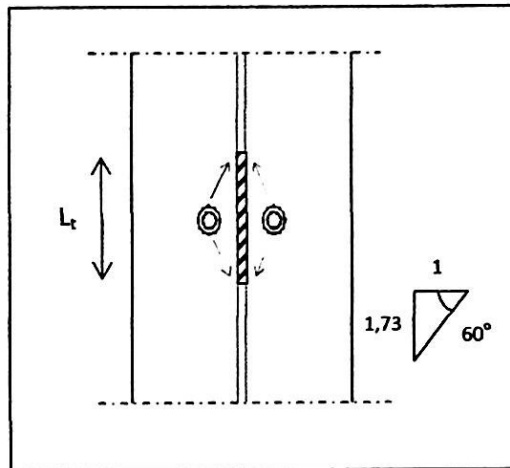


Gambar D.51 Penyebaran gaya tarik dan tekan pada baut

4. Tarik pada badan kolom

$$L_t = 45 \times \tan 60 \times 2 = 45 \times 1.73 \times 2 = 155.7 \text{ mm}$$

$$P_t = L_t \times T_w \times \rho_y = 155.7 \times 18.7 \times 275 \times 10^{-3} = 800.687 \text{ kN}$$



Gambar D.52 Letak L_t pada Struktur Sambungan

5. Geometri sisi balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0.8s_{ww} = \frac{90}{2} - \frac{6.5}{2} - 0.8 \times 8 = 35.35 \text{ mm}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} = \frac{200 - 90}{2} = 55 \text{ mm}$$

n adalah nilai minimum dari e , 1.25m atau e (sisi kolom, diatas)

$$n = 55 \text{ atau } 1.25 \times 35.5 = 44.18 \text{ mm}$$

6. Bending pada End Plate

Dari Gambar C.11, L_{eff} diberikan

Min [Max (ii,iii), i] jika $g < 0.7 B_b$ dan $T_b < 0.8 t_p$

Dari tabel untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4m + 1.25e = 4 \times 35.35 + 1.25 \times 55 = 210.15 \text{ mm}$$

Dari Gambar C.10 untuk petern (iii)

$L_{eff} = \alpha m_1$ sehingga untuk mencari nilai α harus menggunakan tabel dengan terlebih dahulu mencari nilai λ_1 dan λ_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$m_1 = m = 35.35$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0.8 \times s_{wf} = 60 - 10.7 - 0.8 \times 10.2 = 40.9 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 35.35 / (35.35 + 55) = 0.39$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 40.9 / (35.35 + 55) = 0.45$$

Dengan melihat grafik pada gambar C.12 di dapat $\alpha = 2\pi$ sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 45 = 282.6 \text{ mm}$

Dari tabel untuk petern (i)

$$L_{eff} = 2\pi m = 221.99 \text{ mm}$$

Oleh karna itu diambil $L_{eff} = 282.6 \text{ mm}$

Sehingga M_p (momen plastis)

$$M_p = \frac{L_{eff} \times t_p^2 \times p_y}{4} = \frac{282.6 \times 12^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4}$$

$$= 2797.74 \text{ kNm}$$

$t_p =$ Tebal End Plate

7. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1 :

$$P_r = \frac{4M_p}{m} = \frac{4 \times 2797.4}{34.95} = 320.16 \text{ kN}$$

Tipe 2 :

$$P_r = \frac{2M_p + n \Sigma P_t'}{m + n} = \frac{2 \times 2797.4 + 43.68 \times 2 \times 137}{34.95 + 43.68} = 223.36 \text{ kN}$$

Tipe 3 :

$$P_r = \Sigma P_t' = 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

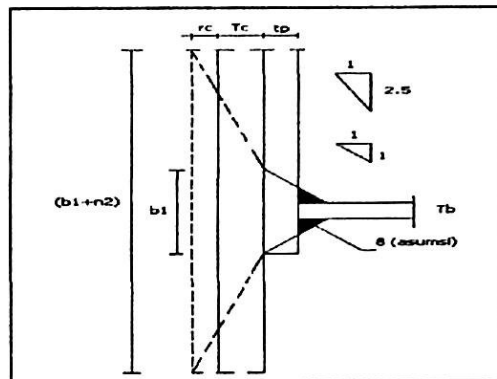
4.2.8 Daerah Tekan

1. Crushing pada badan kolom

$$b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p = 10.7 + 2(10.2) + 2(12) = 55.1 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2.5(T_c + r) \times 2 = 2.5(18.7 + 15.2) \times 2 = 169.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } P_c &= (b_1 + n) \times t_c \times \rho_y = (55.1 + 169.5) \times 11.9 \times 275 \times 10^{-3} \\ &= 735 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar D.53 Letak r , T_c dan t_p

2. Buckling pada badan kolom

$$n_1 = \text{Kedalaman kolom (column depth)} = 314.5 \text{ mm}$$

ρ_c diperoleh dari tabel 27 (c) dari BS 5950-part 1 menggunakan

$$\begin{aligned} d &= \text{Kedalaman kolom (D}_c) - 2(\text{kolom fillet (r)}) - 2(\text{ketebalan flens(T}_c)) \\ &= 314.5 - 2(15.2) - 2(18.7) \\ &= 246.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{2.5d}{t_c} = \frac{2.5 \times 246.7}{11.9} = 51.82$$

Untuk $\rho_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $\rho_c = 219 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} P_c &= (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c = (55.1 + 314.5) \times 11.9 \times 219 \times 10^{-3} = \\ &= 963.214 \text{ kN} \end{aligned}$$

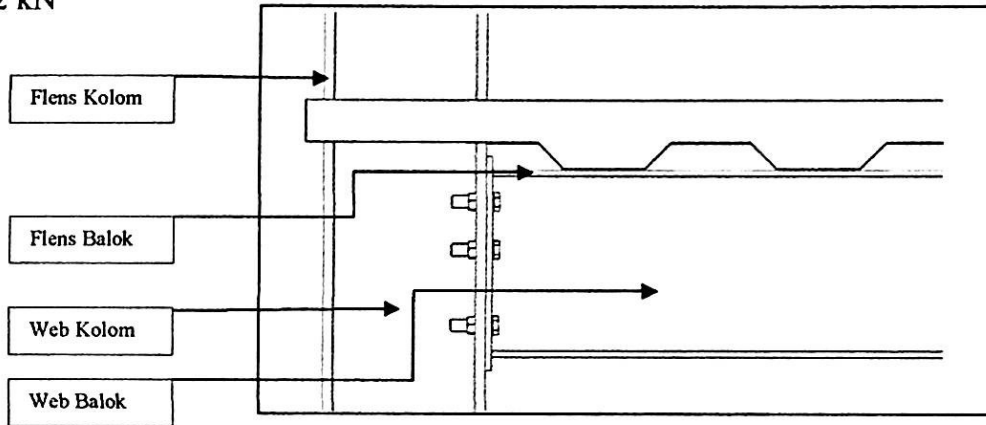
Sehingga gaya tekan pada kolom adalah 736 kN

3. Crushing pada flens balok

$$\begin{aligned} P_c &= 1.4_{yb} \times T_b \times B_b = 1.4 \times 275 \times 10^{-3} \times 10.7 \times 126 \\ &= 519.057 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Area geser pada panel kolom

$$\begin{aligned}
 P_v &= 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \\
 &= 0.6 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.9 \times 314.5 \\
 &= 617.52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar D.54 Bagian-bagian pada struktur pada component

4.2.9 Perhitungan Momen Kapasitas

Total gaya tarik potensial (reinforcement + baut) adalah

$$\begin{aligned}
 \sum P &= P_{\text{reinf}} + P_{r1} + 200 = 530.1 + 231 + 200 \\
 &= 961.1 \text{ kN} = 961 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_c = 520 \text{ kN}$$

Badan balok tidak mengalami tekan, kapasitas tekan lain yaitu pada :

Crushing pada badan kolom = 735 kN

Buckling pada badan kolom = 964 kN

964 kN > 961 kN,.....Aman

Kapasitas momen

$$\begin{aligned}
 M_i &= (F_{\text{reinf}} + H_{\text{reinf}}) + (F_{r1} + h_{r1}) \\
 &= (530 \times (352.8 - 10.7/2 + 95) + 231 (352.8 - 10.7/2 - 60)) \times 10^{-3} \\
 &= 300.899 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Maka : $M_c = M_i + (N \times h_n)$

$$H_n = (352.8/2) + 130 = 306.4 \text{ mm}$$

Sehingga

$$M_c = 300.899 + (200 \times 352.8) \times 10^{-3}$$
$$= 371.459 \text{ kNm}$$

Catatan : (10.7 (Tebal flens balok), 352.8 (Kedalaman Balok), 95 (Jarak dasar deck kepusat reinforcement), 60 (jarak flens balok terhadap pusat baut)).

Compt 4 : Column (kolom) Profil I UC Beam 305 x 305 x 118(British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 149.8 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 11.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 314.5 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 306.8 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 18.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (<i>I_x</i>))	: 27601 cm ⁴

UB Beam (Balok) Profil I UB Beam 356 x 171 x 67 (British Standard)

S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 85.4 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 9.1 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 364 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 173.2 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 15.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (<i>I_x</i>))	: 19522 cm ⁴
Fillet radius	: 10.2 mm
End Plate 200 x 12 dengan panjang $364 + 2(25) = 414$ mm	

Komposit Steel Deck

Lebar	: 1200 mm
Tebal	: 2 mm
Kedalaman Slab(<i>D_s</i>)	: 130 mm
Kedalaman Profile(<i>D_p</i>)	: 50 mm (sudut trapezoid 45 ⁰)
S 355 , Rebar (tulangan) 16 mm Grade 460	

4.2.10 Daerah Tarik

A. Tulangan

Potential Resistance

Untuk tulangan 16 mm maka $A_{reinf} = 1210 \text{ mm}^2$ (BS 8110,1997)

$$P_{reinf} = \frac{F_y A_{reinf}}{\gamma_m} = \frac{460 \times 1210 \times 10^{-3}}{1.05} = 530.1 \text{ kN}$$

Cek luas minimum dari *Reinforcement* untuk Balok dengan grade S275

Dari tabel *minimum allowable area of rebar for plastic connection* untuk S275,

kedalaman Beam 364 = $550 \text{ mm}^2 < 1210 \dots\dots\dots$ Aman

Cek luas maksimum dari *Reinforcement* untuk mencegah *crushing* pada beton

Dimana :

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c f_{cu}}{\mu f_y}$$

$$A_L = \frac{0.6 \times 306.8 \times (130-50)}{0} \times \frac{F_{cu}}{F_y}$$

Dalam perhitungan ini diasumsikan kekuatan sambungan memiliki kekuatan yang sama yaitu S137 sehingga harga $\mu = \text{ nol}$, sehingga $A_L \leq \sim$ (Tak Hingga) dengan A_L tak hingga sehingga $A_{reinf} = 1210 \text{ mm}^2$ Aman

B. Baris baut 1 (Hanya baris pada tarik)

1.Geometri sambungan pada sisi kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0.8r_c = \frac{90}{2} - \frac{11.9}{2} - 0.8 \times 15.2$$

$$= 26.89 \text{ mm}$$

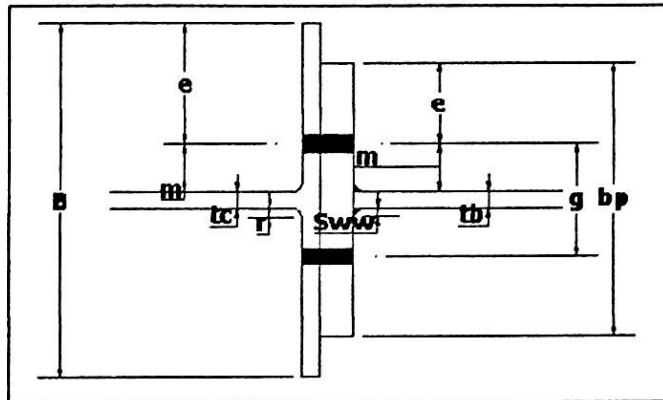
$$e = \frac{B - g}{2} = \frac{306.8 - 90}{2} = 108.4 \text{ mm}$$

Mencari nilai n

$$= \text{Nilai minimum dari e, } 1.25m$$

$$= 108.4 \text{ atau } 1.25 \times 26.89$$

$$= 33.6 \text{ mm}$$



Gambar D.55 Geometri Sambungan

2. Bending pada flens kolom

Dari tabel L_{eff} gambar C.11 diambil pattern (ii,i)

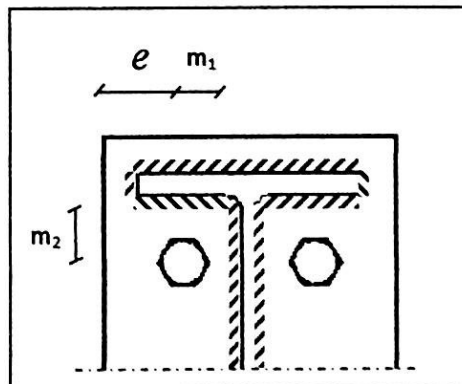
Sehingga dari gambar C.10, pattern (i)

$$2\pi m = 2\pi \times 26.89 = 168.86 \text{ mm}$$

Untuk pattern (ii)

$$\begin{aligned} 4m + 1.25e &= 4 \times 26.89 + 1.25 \times 108.4 \\ &= 243.06 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p \text{ (Momen Plastis) untuk flens kolom : } M_p &= \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times \rho y}{4} \\ &= \frac{243.06 \times 11.9^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4} \\ &= 2366.356 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Gambar D.56 Geometri Panjang e, m_1 , m_2

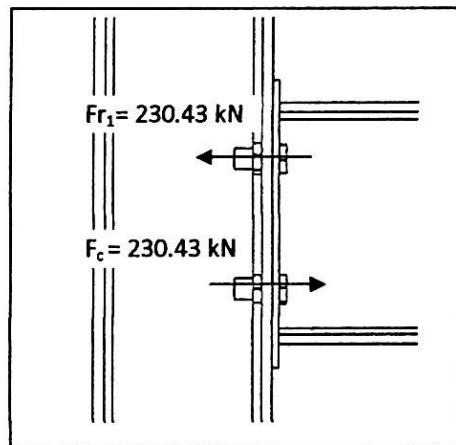
3. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1
$$P_r = \frac{4M_p}{m} \Rightarrow \frac{4 \times 2366.356}{26.89} = 352 \text{ kN}$$

Tipe 2
$$P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P'_i}{m+n} \Rightarrow \frac{2 \times 2366.356 + 33.6 \times 2 \times 137}{26.89 + 33.6} = 230.43 \text{ kN}$$

Tipe 3
$$P_r = \Sigma P'_i \Rightarrow 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

Sehingga diambil nilai $P_r = 230.43 \text{ kN}$

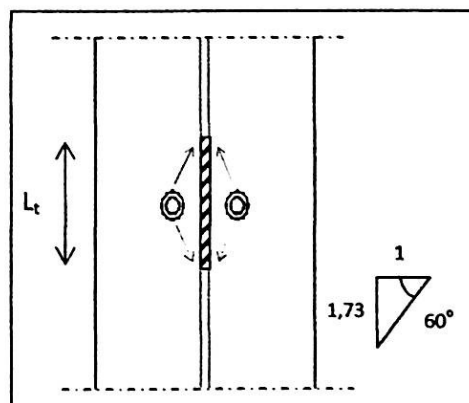


Gambar D.57 Penyebaran gaya tarik dan tekan pada baut

4. Tarik pada badan kolom

$$L_1 = 45 \times \tan 60 \times 2 = 45 \times 1.73 \times 2 = 155.7 \text{ mm}$$

$$P_1 = L_1 \times T_w \times \rho_y = 155.7 \times 18.7 \times 275 \times 10^{-3} = 800.687 \text{ kN}$$



Gambar D.58 Letak L_1 pada Struktur Sambungan

5. Geometri sisi balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0,8s_{ww} = \frac{90}{2} - \frac{9,1}{2} - 0,8 \times 8 = 34,05 \text{ mm}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} = \frac{200-90}{2} = 55 \text{ mm}$$

n adalah nilai minimum dari e, 1.25m atau e (sisi kolom, diatas)

$$n = 55 \text{ atau } 1,25 \times 34,05 = 42,56 \text{ mm}$$

6. Bending pada End Plate

Dari Gambar C.11, L_{eff} diberikan

Min [Max (ii,iii), i] jika $g \geq 0,7 B_b$ dan $T_b \leq 0,8 t_p$

Dari tabel untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4m + 1,25e = 4 \times 34,05 + 1,25 \times 55 = 204,95 \text{ mm}$$

Dari Gambar C.7 untuk petern (iii)

$L_{eff} = \alpha m_1$ sehingga untuk mencari nilai α harus menggunakan tabel dengan terlebih dahulu mencari nilai λ_1 dan λ_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$m_1 = m = 34,05$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0,8 \times s_{wf} = 60 - 15,7 - 0,8 \times 10,2 = 36,14 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 34,05 / (34,05 + 55) = 0,38$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 40,9 / (34,05 + 55) = 0,45$$

Dengan melihat grafik pada gambar C.12 di dapat $\alpha = 2\pi$ sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 45 = 282,6 \text{ mm}$

Dari tabel untuk petern (i)

$$L_{eff} = 2\pi m = 213,83 \text{ mm}$$

Oleh karna itu diambil $L_{eff} = 282,6 \text{ mm}$

Sehingga M_p (momen plastis)

$$M_p = \frac{L_{eff} \times t_p^2 \times p_y}{4} = \frac{282,6 \times 12^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4}$$

$$= 2797,74 \text{ kNm}$$

7. Tipe Keruntuhan kritis minimum

$$\text{Tipe 1 : } P_r = \frac{4M_p}{m} = \frac{4 \times 2797.4}{34.95} = 320.16 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 2 : } P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_t'}{m+n} = \frac{2 \times 2797.4 + 43.68 \times 2 \times 137}{34.95 + 43.68} = 223.36 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 3 : } P_r = \Sigma P_t' = 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

4.2.11 Daerah Tekan

1. Crushing pada badan kolom

$$b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p = 15.7 + 2(10.2) + 2(12) = 60.1 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2.5(T_c + r) \times 2 = 2.5(18.7 + 15.2) \times 2 = 169.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } P_c &= (b_1 + n) \times t_c \times \rho_y = (60.1 + 169.5) \times 11.9 \times 275 \times 10^{-3} \\ &= 751.36 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Buckling pada badan kolom

$$n_1 = \text{Kedalaman kolom (column depth)} = 314.5 \text{ mm}$$

ρ_c diperoleh dari tabel 27 (c) dari *BS 5950-part 1* menggunakan

$$\begin{aligned} d &= \text{Kedalaman kolom (D}_c) - 2 \text{ (kolom fillet (r))} - 2 \text{ (ketebalan flens(T}_c)) \\ &= 314.5 - 2(15.2) - 2(18.7) \\ &= 246.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{2.5d}{t_c} = \frac{2.5 \times 246.7}{11.9} = 51.82$$

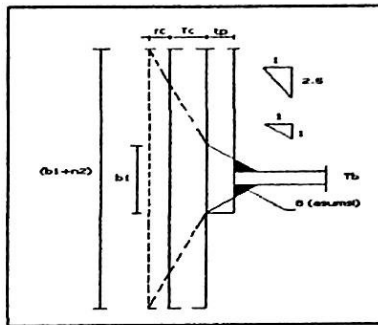
Untuk $\rho_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $\rho_c = 219 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} P_c &= (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c = (60.1 + 314.5) \times 11.9 \times 219 \times 10^{-3} \\ &= 976.505 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sehingga gaya tekan pada kolom adalah 752 kN

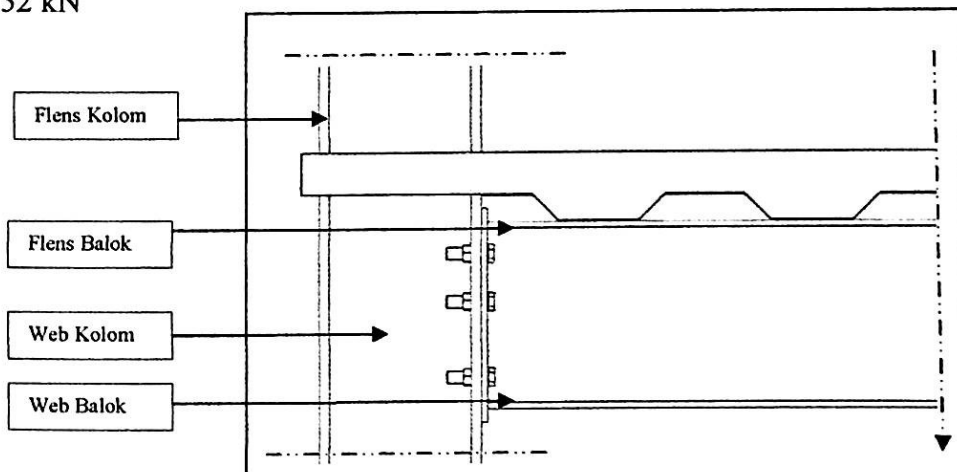
3. Crushing pada flens balok

$$\begin{aligned} P_c &= 1.4y_b \times T_b \times B_b = 1.4 \times 275 \times 10^{-3} \times 15.7 \times 173.2 \\ &= 1046.907 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gambar D.59 Letak r_1 , T_c dan t_p

4. Area geser pada panel kolom

$$\begin{aligned}
 P_v &= 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \\
 &= 0.6 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.9 \times 314.5 \\
 &= 617.52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar D.60 Bagian-bagian pada struktur pada component

4.2.12 Perhitungan Momen Kapasitas

Total gaya tarik potensial (reinforcement + baut) adalah

$$\begin{aligned}
 \sum P &= P_{\text{reinf}} + P_{r1} = 530.1 + 231 \\
 &= 761.1 \text{ kN} = 761 \text{ kN} \\
 P_c &= 1046.907 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Badan balok tidak mengalami tekan, kapasitas tekan lain yaitu pada :

Crushing pada badan kolom = 752 kN

Buckling pada badan kolom = 977 kN

977 kN > 761 kN, Aman

Kapasitas momen

$$\begin{aligned}M_i &= (F_{\text{reinf}} + H_{\text{reinf}}) + (F_{r1} + h_{r1}) \\ &= (530 + (364 - 15.7/2 + 95) + 231 (364 - 15.7/2 - 60)) \times 10^{-3} \\ &= 307.520 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Catatan : (15.7 (Tebal flens balok), 364(Kedalaman Balok), 95 (Jarak dasar deck kepusat reinforcement), 60 (jarak flens balok terhadap pusat baut)).

Compt 5 : Column (kolom) Profil I UC Beam 305 x 305 x 118(British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 149.8 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 11.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 314.5 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 306.8 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 18.7 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 27601 cm ⁴

UB Beam (Balok) Profil I UB Beam 406 x 140 x 46 (British Standard) S275

Luas (<i>area (A)</i>)	: 59 cm ²
Tebal badan (<i>web Thickness (t)</i>)	: 6.9 mm
Kedalaman (<i>depth(D)</i>)	: 402.3 mm
Lebar Flens (<i>Flange Width (B)</i>)	: 142.2 mm
Tebal Flens (<i>Flange Thickness (T)</i>)	: 11.2 mm
Momen Inersia (moment of Inertia (I_x))	: 15647 cm ⁴
Fillet radius	: 10.2 mm
End Plate 200 x 12 dengan panjang $364 + 2(25) = 414$ mm	

Komposit Steel Deck

Lebar	: 1200 mm
Tebal	: 2 mm
Kedalaman Slab(D_s)	: 130 mm
Kedalaman Profile(D_p)	: 50 mm (sudut trapezoid 45°)
S 355 , Rebar (tulangan) 16 mm Grade 460	

4.2.13 Daerah Tarik

A. Tulangan

Potential Resistance

Untuk tulangan 16 mm maka $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ (BS 8110,1997)

$$P_{\text{reinf}} = \frac{F_y A_{\text{reinf}}}{\gamma_m} = \frac{460 \times 1210 \times 10^{-3}}{1.05} = 530.1 \text{ kN}$$

Cek luas minimum dari *Reinforcement* untuk Balok dengan grade S275

Dari tabel *minimum allowable area of rebar for plastic connection* untuk S275, kedalaman Beam 406 = $550 \text{ mm}^2 < 1210$ Aman

Cek luas maksimum dari *Reinforcement* untuk mencegah *crushing* pada beton

Dimana :

$$A_L \leq \frac{0.6 b_c d_c}{\mu} \frac{f_{cu}}{f_y}$$

$$A_L = \frac{0.6 \times 306.8 \times (130-50)}{0} \times \frac{F_{cu}}{F_y}$$

Dalam perhitungan ini diasumsikan kekuatan sambungan memiliki kekuatan yang sama yaitu S137 sehingga harga $\mu = \text{ nol}$, sehingga $A_L \leq \sim$ (Tak Hingga) dengan A_L tak hingga sehingga $A_{\text{reinf}} = 1210 \text{ mm}^2$ Aman

B. Baris baut 1 (Hanya baris pada tarik)

1.Geometri sambungan pada sisi kolom

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_c}{2} - 0.8r_c = \frac{90}{2} - \frac{11.9}{2} - 0.8 \times 15.2$$

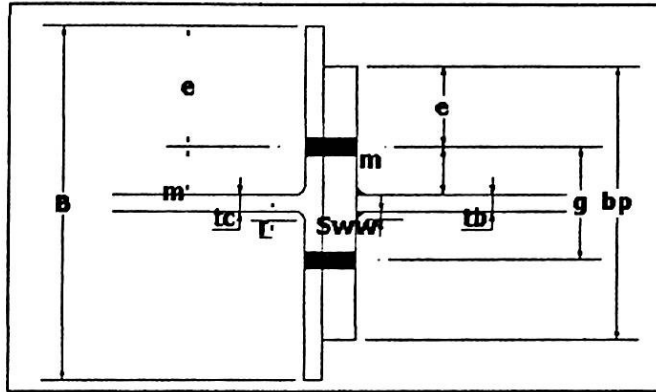
$$= 26.89 \text{ mm}$$

$$e = \frac{B - g}{2} = \frac{306.8 - 90}{2} = 108.4 \text{ mm}$$

Mencari nilai n = Nilai minimum dari e, 1.25m

$$= 108.4 \text{ atau } 1.25 \times 26.89$$

$$= 33.6 \text{ mm}$$



Gambar D.61 Geometri Sambungan

2. Bending pada flens kolom

Dari tabel L_{eff} gambar C.11 diambil petern (ii,i)

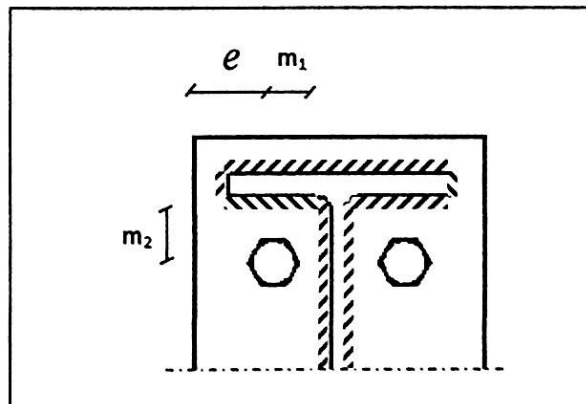
Sehingga dari gambar C.10, petern (i)

$$2\pi m = 2\pi \times 26.89 = 168.86 \text{ mm}$$

Untuk petern (ii)

$$\begin{aligned} 4m + 1.25e &= 4 \times 26.89 + 1.25 \times 108.4 \\ &= 243.06 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p \text{ (Momen Plastis) untuk flens kolom : } M_p &= \frac{L_{eff} \times T_c^2 \times \rho y}{4} \\ &= \frac{243.06 \times 11.9^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4} \\ &= 2366.356 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Gambar D.62 Geometri Panjang e, m₁, m₂

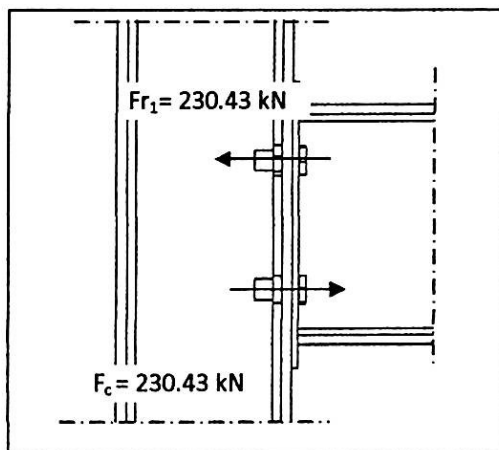
3. Tipe Keruntuhan kritis minimum

$$\text{Tipe 1} \quad P_r = \frac{4M_p}{m} \Rightarrow \frac{4 \times 2366.356}{26.89} = 352 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 2} \quad P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_t'}{m+n} \Rightarrow \frac{2 \times 2366.356 + 33.6 \times 2 \times 137}{26.89 + 33.6} = 230.43 \text{ kN}$$

$$\text{Tipe 3} \quad P_r = \Sigma P_t' \Rightarrow 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

Sehingga diambil nilai $P_r = 230.43 \text{ kN}$

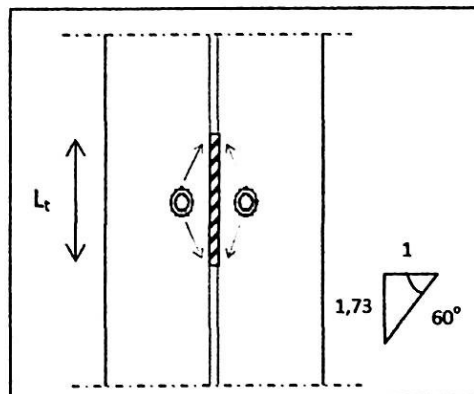


Gambar D.63 Penyebaran gaya tarik dan tekan pada baut

4. Tarik pada badan kolom

$$L_t = 45 \times \tan 60 \times 2 = 45 \times 1.73 \times 2 = 155.7 \text{ mm}$$

$$P_t = L_t \times T_w \times \rho_y = 155.7 \times 18.7 \times 275 \times 10^{-3} = 800.687 \text{ kN}$$



Gambar D.64 Letak L_t pada Struktur Sambungan

5. Geometri sisi balok

$$m = \frac{g}{2} - \frac{t_b}{2} - 0,8s_{ww} = \frac{90}{2} - \frac{6,9}{2} - 0,8 \times 8 = 35,15 \text{ mm}$$

$$e = \frac{b_p}{2} - \frac{g}{2} = \frac{200 - 90}{2} = 55 \text{ mm}$$

n adalah nilai minimum dari e , $1,25m$ atau e (sisi kolom, diatas)

$$n = 55 \text{ atau } 1,25 \times 35,15 = 43,93 \text{ mm}$$

6. Bending pada End Plate

Dari Gambar C.11, L_{eff} diberikan

Min [Max (ii,iii), i] jika $g \geq 0,7 B_b$ dan $T_b \leq 0,8 t_p$

Dari tabel untuk petern (ii)

$$L_{eff} = 4m + 1,25e = 4 \times 35,15 + 1,25 \times 55 = 209,35 \text{ mm}$$

Dari Gambar C.10 untuk petern (iii)

$L_{eff} = \alpha m_1$ sehingga untuk mencari nilai α harus menggunakan tabel dengan terlebih dahulu mencari nilai λ_1 dan λ_2 dengan rumus sebagai berikut :

$$m_1 = m = 35,15$$

$$m_2 = p_1 - T_b - 0,8 \times s_{wf} = 60 - 11,8 - 0,8 \times 8,9 = 41,08 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / (m_1 + e) = 35,15 / (35,15 + 55) = 0,38$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m_1 + e) = 41,08 / (35,15 + 55) = 0,45$$

Dengan melihat grafik pada gambar C.12 di dapat $\alpha = 2\pi$ sehingga $L_{eff} = 2\pi \times 45 = 282,6 \text{ mm}$

Dari tabel untuk petern (i)

$$L_{eff} = 2\pi m = 220,724 \text{ mm}$$

Oleh karna itu diambil $L_{eff} = 282,6 \text{ mm}$

Sehingga M_p (momen plastis)

$$M_p = \frac{L_{eff} \times I_p^2 \times \rho_y}{4} = \frac{282.6 \times 12^2 \times 275 \times 10^{-3}}{4}$$

$$= 2797.74 \text{ kNm}$$

t_p = Tebal End Plate

7. Tipe Keruntuhan kritis minimum

Tipe 1 :

$$P_r = \frac{4M_p}{m} = \frac{4 \times 2797.4}{34.95} = 320.16 \text{ kN}$$

Tipe 2 :

$$P_r = \frac{2M_p + n\Sigma P_t'}{m+n} = \frac{2 \times 2797.4 + 43.68 \times 2 \times 137}{34.95 + 43.68} = 223.36 \text{ kN}$$

Tipe 3 :

$$P_r = \Sigma P_t' = 2 \times 137 = 274 \text{ kN}$$

8. Tarik pada badan balok

Sisi flens bawah dari balok hanya memiliki jarak yang kecil diatas baut baris 1 (bawah). sedangkan flens bawah tidak termasuk kedalam daerah tarik, sehingga gaya tarik pada badan balok dapat diabaikan.

4.2.14 Daerah Tekan

1. Crushing pada badan kolom

$$b_1 = T_b + 2s_{wf} + 2t_p = 11.2 + 2(10.2) + 2(12) = 56.2 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2.5(T_c + r) \times 2 = 2.5(18.7 + 15.2) \times 2 = 169.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } P_c &= (b_1 + n) \times t_c \times \rho_y &= (56.2 + 169.5) \times 11.9 \times 275 \times 10^{-3} \\ & &= 726.89 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Buckling pada badan kolom

$$n_1 = \text{Kedalaman kolom (column depth)} = 314.5 \text{ mm}$$

ρ_c diperoleh dari tabel 27 (c) dari *BS 5950-part 1* menggunakan

$$\begin{aligned}
 d &= \text{Kedalaman kolom } (D_c) - 2 \text{ (kolom fillet } (r)) - 2 \text{ (ketebalan flens } (T_c)) \\
 &= 314.5 - 2(15.2) - 2(18.7) \\
 &= 246.7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{2.5d}{t_c} = \frac{2.5 \times 246.7}{11.9} = 51.82$$

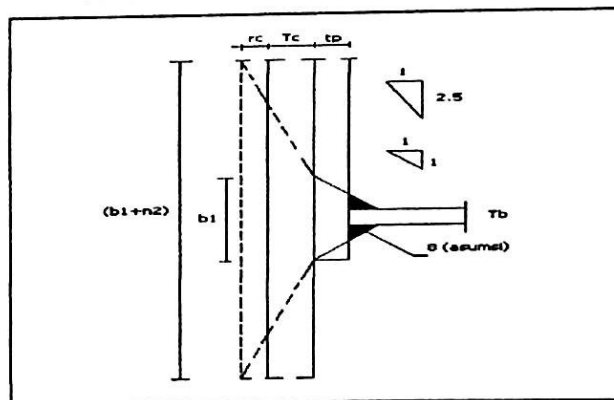
Untuk $\rho_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $\rho_c = 219 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned}
 P_c &= (b_1 + n_1) \times t_c \times \rho_c = (56.2 + 314.5) \times 11.9 \times 219 \times 10^{-3} \\
 &= 966.08 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Sehingga gaya tekan pada kolom adalah 727 kN

3. Crushing pada flens balok

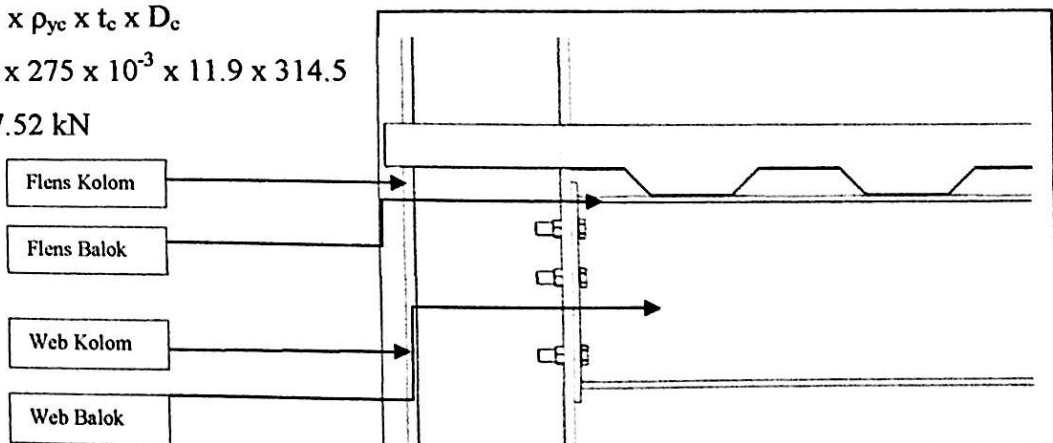
$$\begin{aligned}
 P_c &= 1.4 \rho_{yb} \times T_b \times B_b = 1.4 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.2 \times 142.4 \\
 &= 613.166 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar D.65 Letak r , T_c dan t_p

4. Area geser pada panel kolom

$$\begin{aligned}
 P_v &= 0.6 \times \rho_{yc} \times t_c \times D_c \\
 &= 0.6 \times 275 \times 10^{-3} \times 11.9 \times 314.5 \\
 &= 617.52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar D.66 Bagian-bagian pada struktur pada component

4.2.15 Perhitungan Momen Kapasitas

Total gaya tarik potensial (reinforcement + baut) adalah

$$\sum P = P_{\text{reinf}} + P_{r1} + 200 = 530.1 + 231$$

$$= 761.1 \text{ kN} = 761 \text{ kN}$$

$$P_c = 614 \text{ kN}$$

Badan balok tidak mengalami tekan, kapasitas tekan lain yaitu pada :

Crushing pada badan kolom = 727 kN

Buckling pada badan kolom = 966 kN

966 kN > 761 kN,.....Aman

Kapasitas momen

$$M_i = (F_{\text{reinf}} + H_{\text{reinf}}) + (F_{r1} + h_{r1})$$

$$= (530 \times (402.3 - 11.2/2 + 95) + 231 (402.3 - 11.2/2 - 60)) \times 10^{-3}$$

$$= 338.378 \text{ kNm}$$

Catatan : (11.2 (Tebal flens balok), 402.3 (Kedalaman Balok), 95 (Jarak dasar deck kepusat reinforcement), 60 (jarak flens balok terhadap pusat baut)).

Tabel E.7 Momen kapasitas dari perhitungan manual

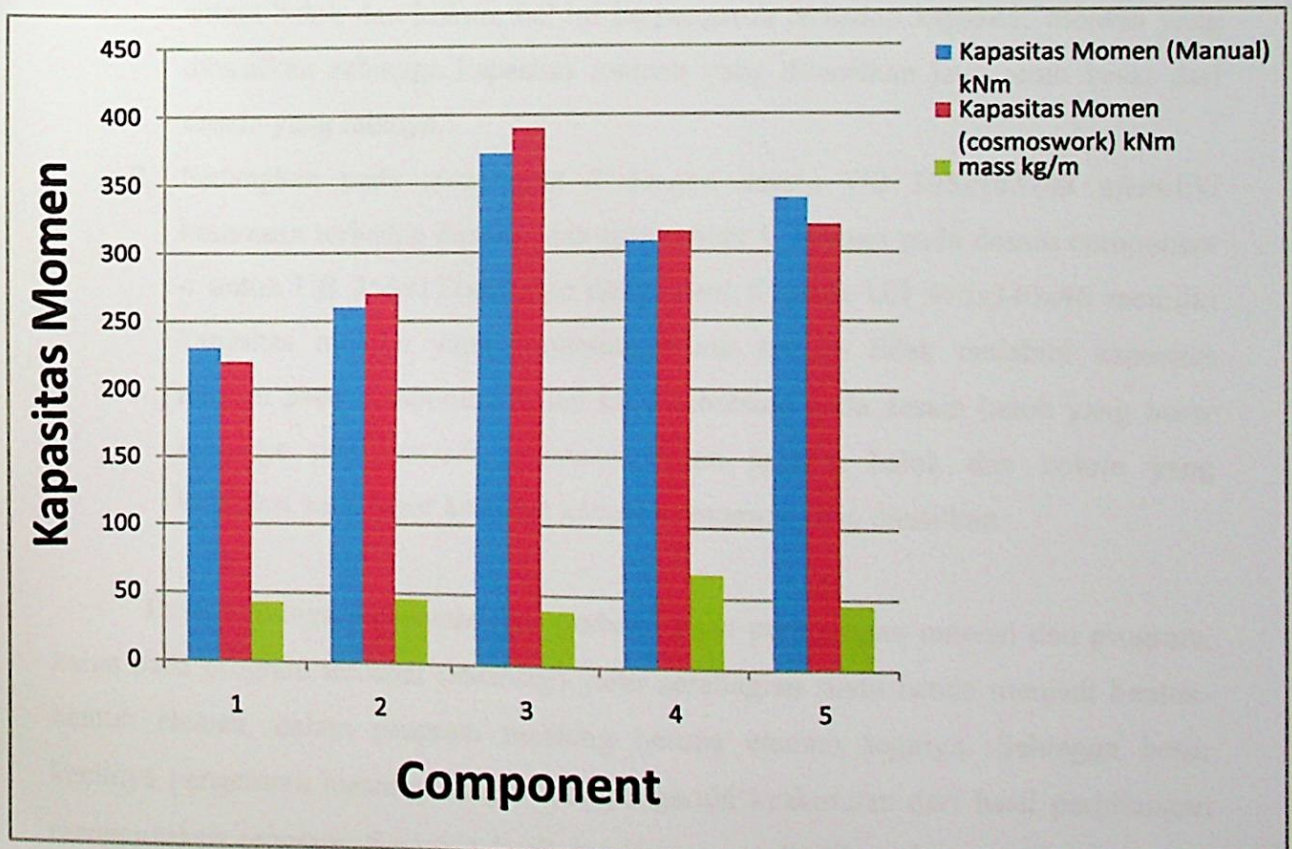
Balok (UB)	Kolom (UC)	Jumlah Baris Baut (A-B)	End Plate	Baut	Kapasitas Momen
254x146x43	305x305 x118	(1-1)	200x12	20	230
305x165x46		(1-1)			260
356x127x39		(2-1)			372
356x171x67		(2-1)			308
406x140x46		(2-1)			339

4.3 Perbandingan dan Pembahasan Momen Kapasitas

Setelah hasil dari perhitungan manual dan perhitungan secara program dengan menggunakan *cosmosworks* didapatkan

Tabel E.8 Perbandingan Momen Kapasitas (Manual-Program)

Balok (UB)	Kolom (UC)	Jumlah Baris Baut (A-B)	End Plate (mm)	D.Baut (mm)	Kapasitas Momen (Manual) kNm	Kapasitas Momen (<i>cosmoswork</i>) kNm	Persentase Perbedaan (%)
254x146x43	305x305x118	(1-1)	200x12	20	230	220	4.34%
305x165x46		(1-1)			260	270	3.84%
356x127x39		(2-1)			372	390	4.83%
356x171x67		(2-1)			308	315	2.27%
406x140x46		(2-1)			339	320	5.60%



Gambar D.67 Barchat Perbandingan Momen kapasitas

Dari gambar barchat diatas terlihat bahwa :

1. Pada component 1 untuk profil UB 254x146x43 dan UC 305x305x118 terlihat memiliki kapasitas momen yang lebih kecil jika dibandingkan dengan momen kapasitas yang dimiliki profil lain, dimana profil ini memiliki kapasitas momen 230 kNm untuk perhitungan manual dan 220 kNm untuk analisa menggunakan program. Dengan demikian terlihat pada component 1 desain yang dilakukan merupakan desain dengan kolom yang cukup besar sehingga cukup kuat dan balok yang kecil yang memiliki kakuatan yang relatif kecil sehingga hal ini mempengaruhi besar kecilnya momen kapasitas yang dihasilkan dari pada profil tersebut.
2. Pada component 3 dimana untuk profil UB 356x127x372 dan UC 305x305x118 memiliki kapasitas momen yang cukup besar hal ini dipengaruhi karena pada desainnya menggunakan kolom yang besar sehingga cukup kuat dan balok yang cukup besar sehingga terjadi keterseimbangan dalam desain antara balok dan kolom, hal ini berpengaruh terhadap kapasitas momen yang dihasilkan sehingga kapasitas momen yang dihasilkan jauh lebih besar dari desain yang lainnya.
3. Sedangkan pada component 2 dengan desain UB 305x165x48 memiliki kesamaan terhadap desain pada component 1. Namun pada desain component 4 untuk UB 356x171x67 dan component 5 untuk UB 406x140x46 memiliki kapasitas momen yang cenderung besar namun tidak melebihi kapasitas momen pada component 3, hal ini disebabkan pada desain balok yang besar sehingga tidak terjadi keterseimbangan antara balok dan kolom yang berakibat pada besar kecilnya kapasitas momen yang dihasilkan.

Besar kecilnya persentase dari perbandingan perhitungan manual dan program, karna pada program terdapat (*meshing*) yaitu pembagian suatu benda menjadi bentuk-bentuk elemen, dalam program meshing berupa elemen segitiga. Sehingga besar kecilnya pengaturan meshing sangat mempengaruhi keakuratan dari hasil perhitungan menggunakan program. Semakin kecil meshing yang dipilih maka semakin tepat dan akurat hasil dari output program. Dari 5 profil yang dipilih profil dengan kombinasi UB

356x127x39 dan UC 305x305x118 yang memiliki momen kapasitas terbesar. hal ini disebabkan oleh desain yang dilakukan pada component 3 memiliki keterseimbangan antara balok dan kolom.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dengan menggunakan *cosmosworks* dapat menganalisa perilaku sambungan *flush endplate* yang mempunyai *displacement* maksimum yaitu arah Y yang berkisar antara -0.0288 mm sampai -1.2910 mm sedangkan arah Z berkisar antara 0.01 mm sampai 1.686 mm. Displacement terbesar terjadi pada component 1 hal ini disebabkan balok dengan UB 254x146x43 tidak cukup kuat menahan beban yang bekerja pada balok, sehingga hal ini berpengaruh terhadap displacement yang terjadi.
2. Perilaku sambungan Flush end plate berdasarkan dari tipe keruntuhan, memungkinkan sambungan mengalami tipe keruntuhan kedua yaitu baut lepas bersama flens dengan rata-rata besar P yang dapat di terima 206,5 kN.
3. Kapasitas momen baik secara manual ataupun menggunakan program memiliki perbedaan yang relatif kecil. Dimana dari nilai momen kapasitas yang didapat baik dari perhitungan manual ataupun program, profil dengan component 3 dimana UB 356X127X59 memiliki kapasitas momen terbesar yaitu sebesar 372 kNm (manual) dan 390 kNm (*cosmosworks*) dan kapasitas momen terkecil terjadi pada component 1 UB 254x146x43 yaitu sebesar 230 kNm (manual) dan 220 kNm (*cosmosworks*)
4. Hasil perhitungan secara manual dan menggunakan program *cosmosworks* memiliki persentase perbedaan yang cukup kecil yaitu antara 2.27% - 5.60%, perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor yang digunakan dalam perhitungan tersebut, perhitungan manual menggunakan rumus empiris dengan menggunakan faktor keamanan, sedangkan pada *cosmosworks* perhitungan analisa menggunakan pembagian struktur menjadi elemen-elemen kecil.

5. Program *Solidworks* yang pada umumnya digunakan oleh insinyur mesin tidak hanya dapat digunakan untuk menggambarkan serta menganalisa struktur mesin, tetapi juga dapat menggambarkan profil struktur yang diinginkan dalam ketekniksipilan serta menganalisanya dengan menggunakan *cosmosworks*, dan menghasilkan hasil analisa yang cukup akurat.

5.2 Saran

1. Untuk menggunakan program *solidworks* ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan Sebelum melakukan penginstalan software ini yaitu Space *Hard Disc* minimal 5 GB, *ram (Random Access Memory)* min 512 MB disarankan minimal menggunakan *processor Intel Pentium 4*.
2. Perhitungan dengan menggunakan program akan lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan perhitungan dari hasil eksperimental dengan menggunakan ukuran profil yang sebenarnya, sehingga hasil perhitungan untuk kapasitas momen pada suatu struktur profil dapat diketahui dengan tepat dan akurat.
3. Dalam perhitungan manual desain kuat tekan/tarik suatu profil struktur sangat mempengaruhi dalam perhitungan kapasitas momen.
4. Untuk penggambaran dengan menggunakan *solidworks* harus memperhatikan apakah *part-part* (bagian) yang telah digambar sebelumnya masih berada pada lokasi folder atau file yang sama pada penggambaran sebelumnya, jika part terhapus atau hilang maka part yang telah di *assembly* sebelumnya akan kehilangan (*lose*) beberapa bagian.
5. Agar hasil analisa menggunakan *cosmosworks* lebih akurat maka pilihlah meshing dengan ukuran kecil, namun hal yang perlu diperhatikan saat membagi elemen menjadi lebih kecil akan memakan waktu yang cukup lama dalam analisa (*running*) (tergantung pada spesifikasi komputer yang digunakan)

Composite Connections

STEP 1A REINFORCEMENT YIELDING (continued)

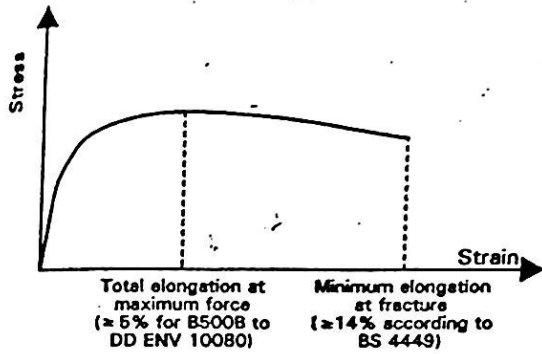


Figure 4.5 Elongation limits for reinforcement

Table 4.1 Minimum area of reinforcement - 'compact' and 'plastic' connections

Type	Steel	Rebar Elongation Limit	Beam Depth (mm)							
			203	254	305	356	406	457	533	610
Compact	S275	5%	500	500	500	500	500	600	750	1150
		10%	500	500	500	500	500	550	650	800
	S355	5%	500	500	500	500	500	600	750	1150
		10%	500	500	500	500	500	550	650	800
Plastic	S275	5%	500	500	500	650	1100	1450	1800	3000
		10%	500	500	500	500	500	600	750	1150
	S355	5%	500	500	600	1400	2100	3100	-	-
		10%	500	500	500	500	650	900	2000	2850

Note: A dash (-) in the table indicates that excessive reinforcement is required, options are not therefore practical

STEP 1A REINFORCEMENT YIELDING (continued)

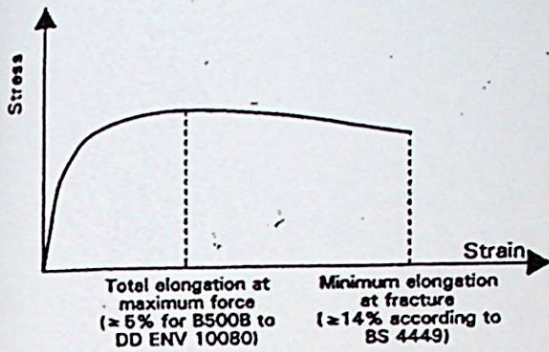


Figure 4.5 Elongation limits for reinforcement

Table 4.1 Minimum area of reinforcement - 'compact' and 'plastic' connections

Type	Steel	Rebar Elongation Limit	Beam Depth (mm)							
			203	254	305	356	406	457	533	610
Compact	S275	5%	500	500	500	500	500	600	750	1150
		10%	500	500	500	500	500	550	650	800
	S355	5%	500	500	500	500	500	600	750	1150
		10%	500	500	500	500	500	550	650	800
Plastic	S275	5%	500	500	500	650	1100	1450	1800	3000
		10%	500	500	500	500	500	600	750	1150
	S355	5%	500	500	600	1400	2100	3100	-	-
		10%	500	500	500	500	650	900	2000	2850

Note: A dash (-) in the table indicates that excessive reinforcement is required, options are not therefore practical

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Che Husni HJ, *Non-Linear Analysis of Symmetric Flush End Plate Bolted Beam-To-Column Steel Connection*, Tesis, UTM, Malaysia, 2005.
- British Standards Institution BS 5950-1, *Structural Use of steelwork in Building Part 1 : Code of Practice for Design – Rolled and Welded Sections*, British Standards Institution, London, 2000.
- British Standards Institution BS 5950-3, *Design in composite Structure, section 3.1 : Code of Practice for Design of Simple And Continuous Composite Beam*, British Standards Institution, London, 2000.
- Chen, W. F., Goto, Y. and Liew, J.Y.R., *Stability Design of Semi-Rigid frames*, John Willey & Sons, Inc, New York, 1996.
- Brian Uy, and J.Y Liew Richard, *Composite Steel-Concrete Structures*, CRC press LC 2003
- Desai, C.S. dan Sri Jatno Wirjosoedirdjo, *Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga*, Erlangga, Jakarta, 1988.
- Jaspart, J.P., General Report : Session on Connections. *Journal of Constructional Steel Research*. Vol. 55, pp 69-89, 2000.
- Lu, Fuang Siew, *Finite Element Analysis of Flush End Plate Beam To Column Bolted Steel Connection on Major Axis Using Lusas 13.57 Software*, Tesis, UTM, Malaysia, 2007.
- Maiziz, Mohmd Bin Fishol Hamdi, *Finite Element Investigation on The Strength of Semi-Rigid Extended End Plate Steel Connection Using Lusas Software*, Tesis, UTM, Malaysia, 2007.

Nethercot, D. dan R. Zandonini, *Methods of Prediction of Joint Behaviour*. In: Narayana, R. (ed). *Structural Connections – Stability and Strength*. Essex : Elsevier Applied Science. pp 23-62, 1989.

Planchard, David C. dan marie P. Planchard, *Solidworks 2005 Tutorial and Multimedia CD A-Step-by-Step Project Based Approach Utilizing 3D Solid Modelling*, Schroff Development Corporation.

Ray, S.S. , *Structural Steelworks Analysis and Design*, Blackwell Science, United Kingdom, 1998.

Steel Construction Institute and British Constructional Steelwork Association Limited, *Handbook of Structural Steelworks. 3rd Edition*, Steel Construction Institute, Ascot, 2002

Structural Research And Analysis Corporation (SRAC). *COSMOS™ 2005, Introducing COSMOSWorks.2004*

Weaver, William Jr. dan Paul R. Johnston, *Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur*, Eresco, Bandung, 1993.

Yusoff, Che Som Mohd, *Finete Element Analysis on Flush End Plate Connection Using Lusas Software*, Tesis, UTM, Malaysia, 2006.

LAMPIRAN A

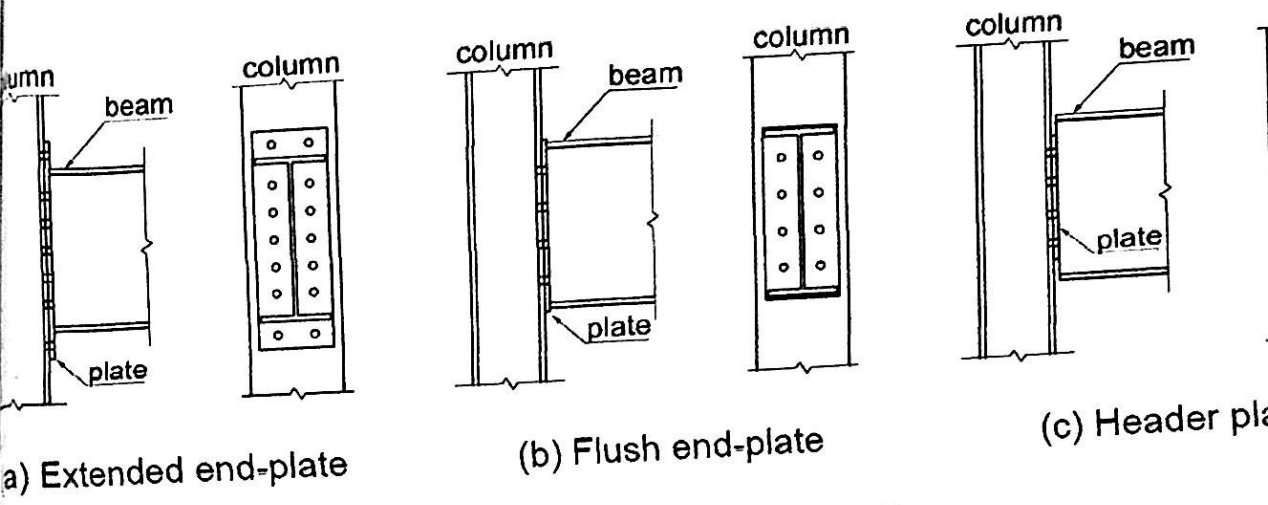


Figure 1. End-plate type connections.

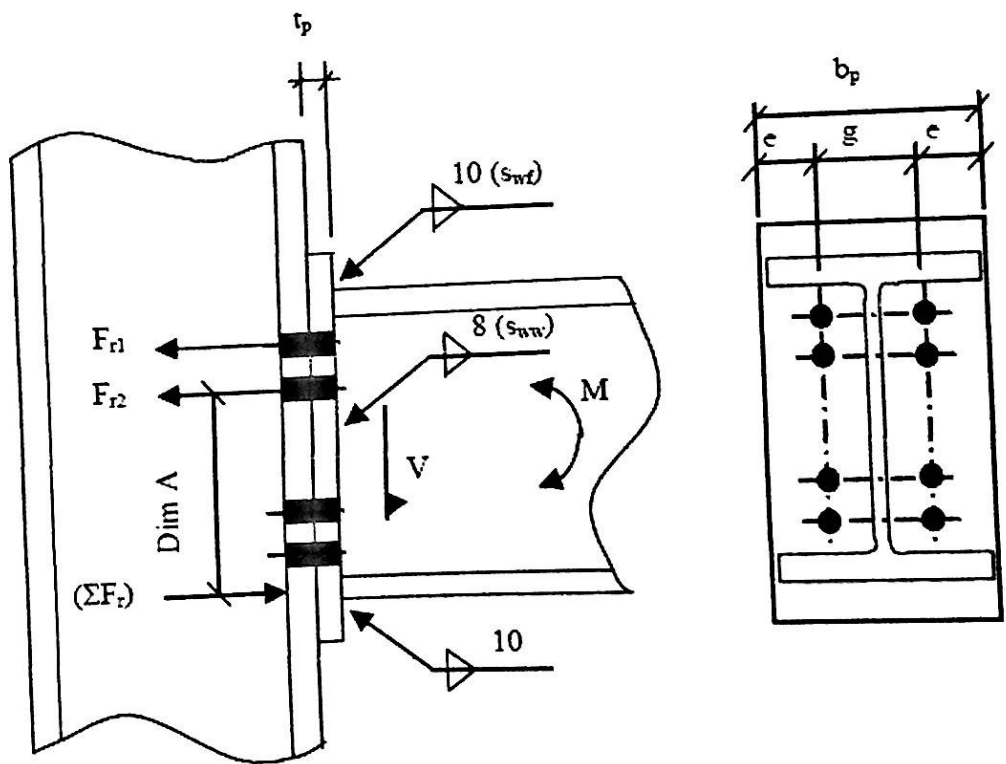
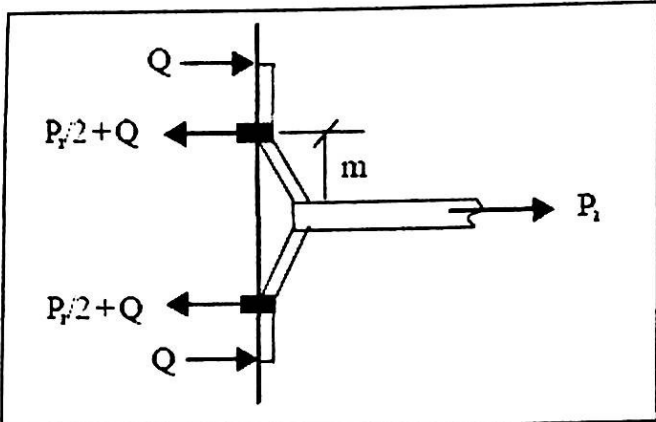
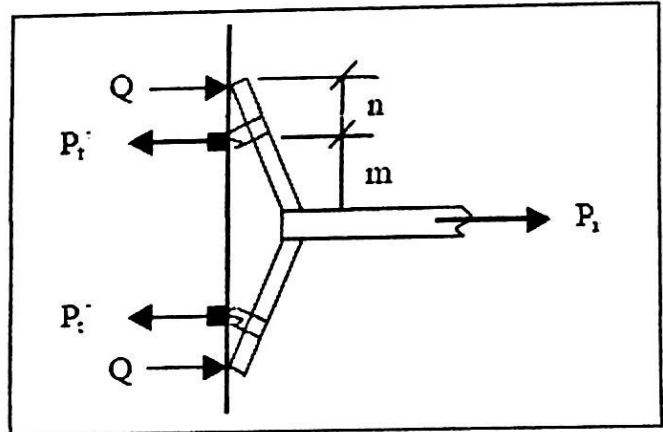


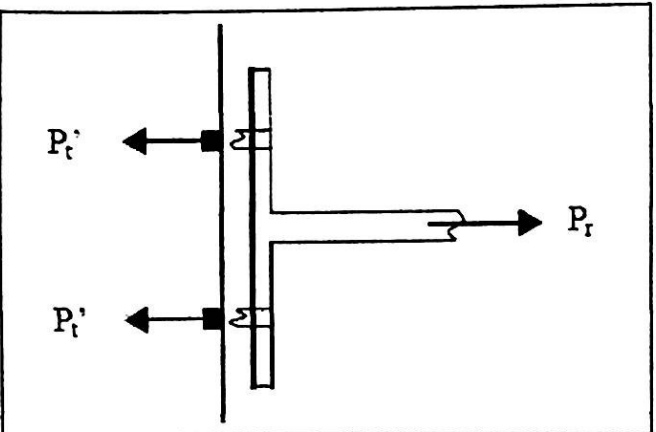
Figure 3.6: Geometry of the illustrated flush end plate connection.



Mode 1: Complete flange yielding



Mode 2: Bolt failure with flange yielding



Mode 3: Bolt failure

Figure 3.4: Modes of failure for equivalent T-stub

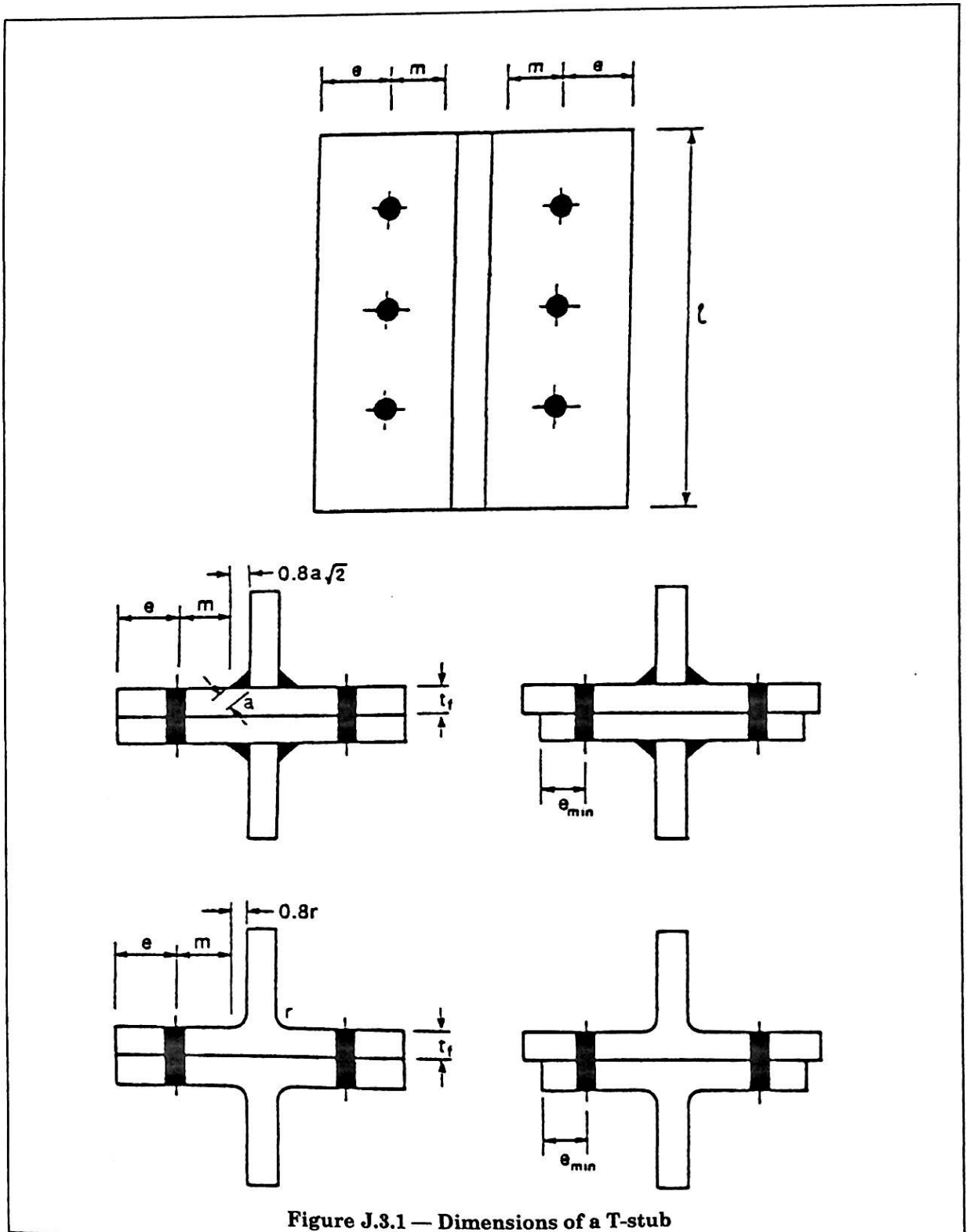


Figure J.3.1 — Dimensions of a T-stub

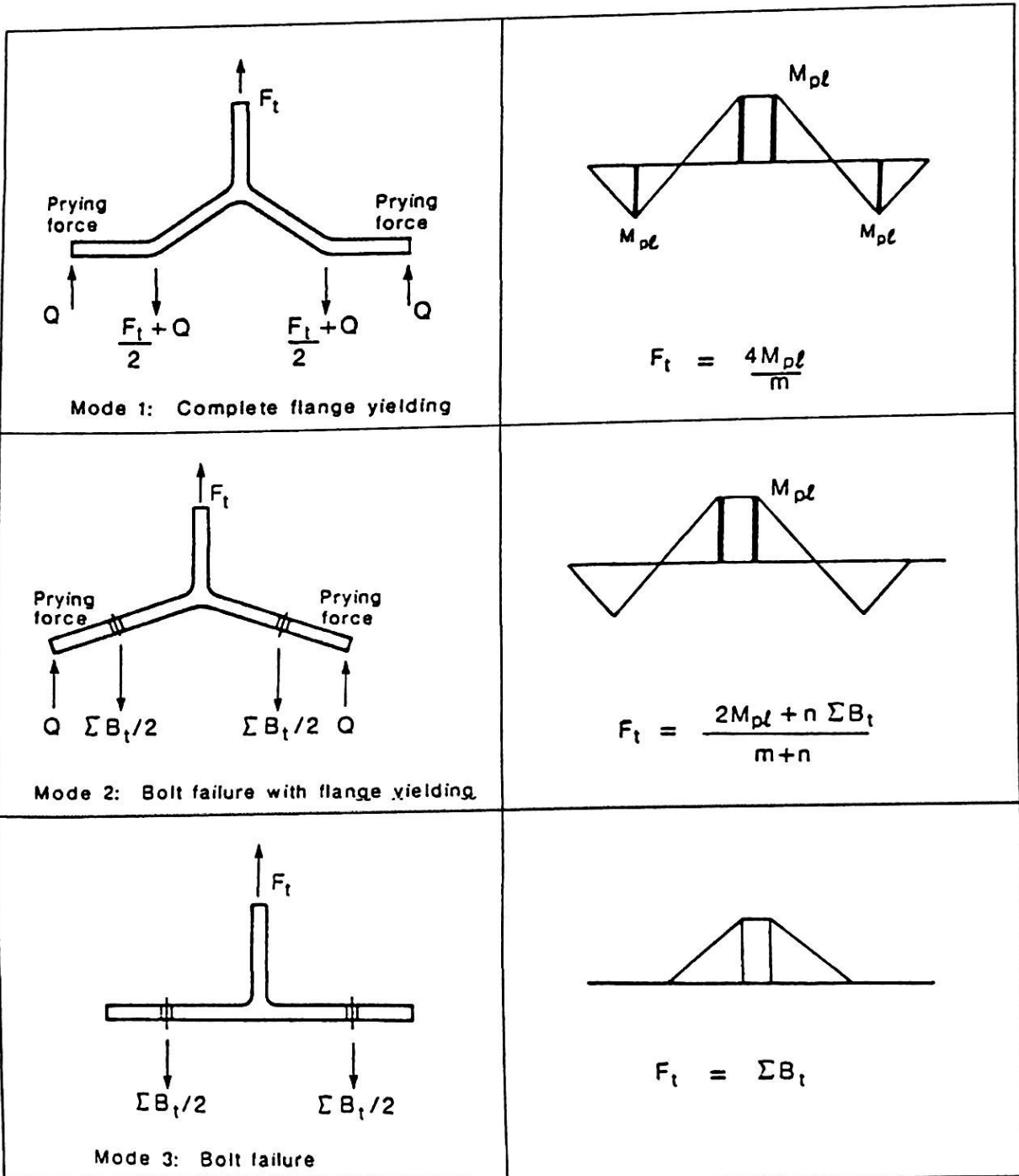


Figure J.3.2 — Failure modes of a T-stub flange

LAMPIRAN B

Composite Connections

Column serial size	Allowable area of reinforcement (mm ²)			
	1 row M20	2 rows M20	1 row M24	2 rows M24
356x368x202	2926	2618	2703	2180
356x368x177	2287	1979	2063	1541
356x368x153	1780	1472	1557	1034
356x368x129	1324	1016	1100	578
305x305x198	3730	3422	3506	2983
305x305x158	2586	2278	2363	1840
305x305x137	2045	1737	1822	1299
305x305x118	1564	1255	1340	817
305x305x97	1153	845	929	406
254x254x167	3570	3262	3346	2824
254x254x132	2440	2132	2216	1694
254x254x107	1717	1408	1493	970
254x254x89	1180	872	956	434
254x254x73	810	502	587	64
203x203x86	1591	1283	1367	845
203x203x71	1045	737	822	299
203x203x60	822	514	598	75
203x203x52	584	276	361	0
203x203x46	447	139	224	0
Note:	4x16 mm bars = 804 mm ² 6x16 mm bars = 1210 mm ² 8x16 mm bars = 1610 mm ² 10x16 mm bars = 2010 mm ²	4x20 mm bars = 1260 mm ² 6x20 mm bars = 1890 mm ² 8x20 mm bars = 2510 mm ² 10x20 mm bars = 3140 mm ²		
Values are based on $\gamma_m = 1.05$ and $f_{tk} = 460 \text{ N/mm}^2$				

Table 4.2 (a) Maximum areas of reinforcement that can be adopted without column compression stiffening, S275 columns				
Column serial size	Allowable area of reinforcement (mm ²)			
	1 row M20	2 rows M20	1 row M24	2 rows M24
356x368x202	2160	1851	1936	1413
356x368x177	1664	1356	1440	918
356x368x153	1271	963	1048	525
356x368x129	906	598	683	160
305x305x198	2783	2474	2559	2036
305x305x158	1897	1589	1673	1150
305x305x137	1477	1169	1253	730
305x305x118	1105	797	881	358
305x305x97	788	479	564	41
254x254x167	2659	2351	2436	1913
254x254x132	1783	1475	1559	1036
254x254x107	1223	915	1000	477
254x254x89	797	488	573	50
254x254x73	520	212	297	0
203x203x86	1125	817	902	379
203x203x71	694	386	470	0
203x203x60	530	221	306	0
203x203x52	347	39	123	0
203x203x46	240	0	16	0
Note:	4x16 mm bars = 804 mm ² 6x16 mm bars = 1210 mm ² 8x16 mm bars = 1610 mm ² 10x16 mm bars = 2010 mm ²	4x20 mm bars = 1260 mm ² 6x20 mm bars = 1890 mm ² 8x20 mm bars = 2510 mm ² 10x20 mm bars = 3140 mm ²		
Values are based on $\gamma_m = 1.05$ and $f_{st} = 460 \text{ N/mm}^2$				

LAMPIRAN C

3.5 Classification of cross-sections

3.5.1 General

Cross-sections should be classified to determine whether local buckling influences their capacity, without calculating their local buckling resistance.

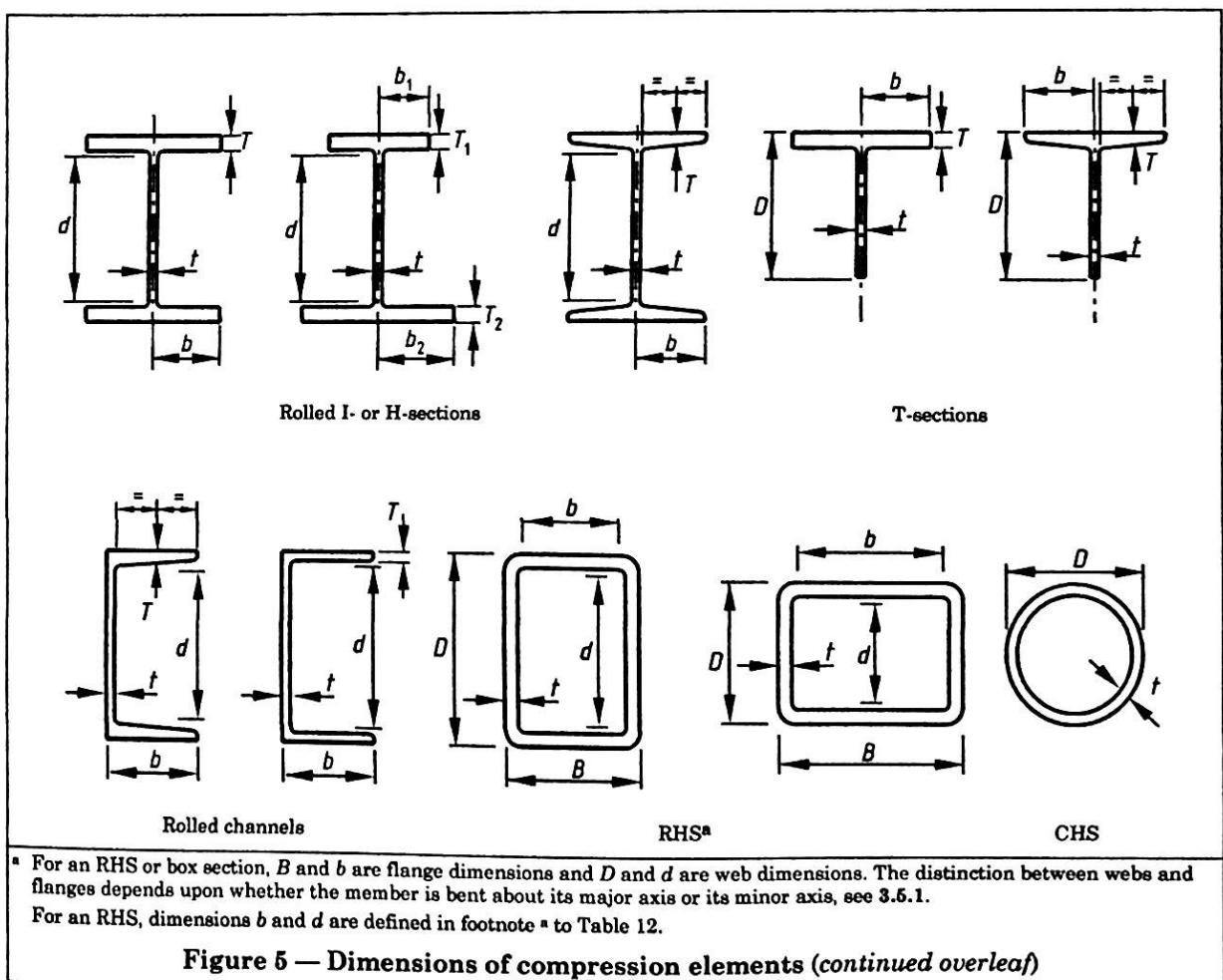
The classification of each element of a cross-section subject to compression (due to a bending moment or an axial force) should be based on its width-to-thickness ratio. The dimensions of these compression elements should be taken as shown in Figure 5. The elements of a cross-section are generally of constant thickness; for elements that taper in thickness the thickness specified in the relevant standard should be used.

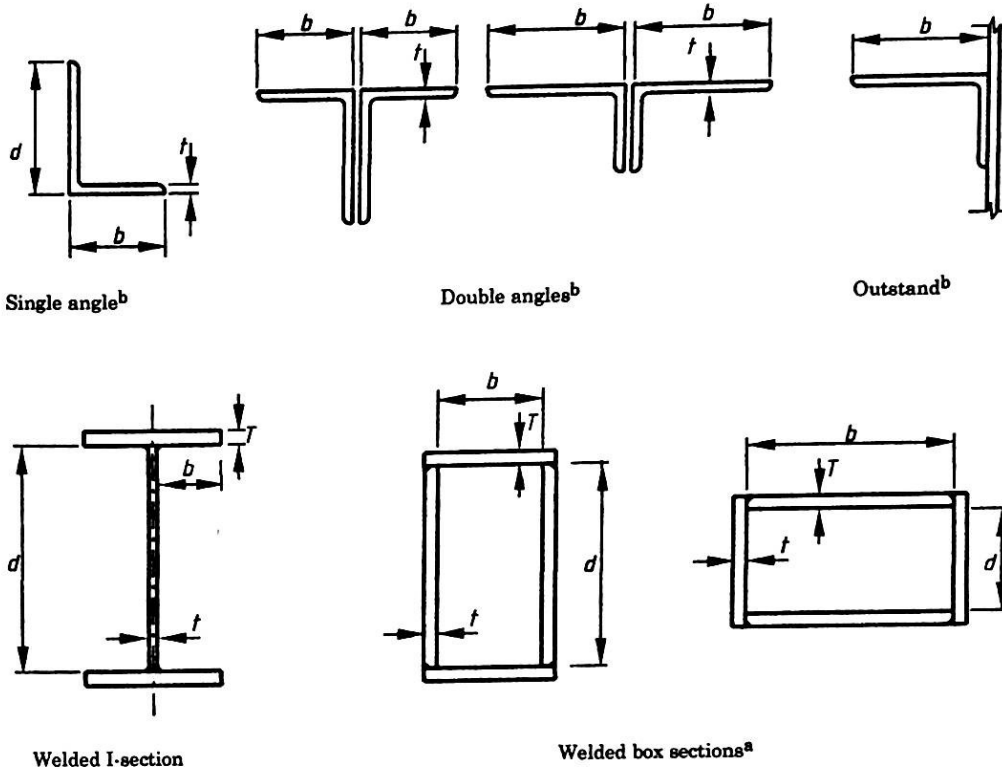
A distinction should be made between the following types of element:

- a) *outstand elements* attached to an adjacent element at one edge only, the other edge being free;
- b) *internal elements* attached to other elements on both longitudinal edges and including:
 - *webs* comprising internal elements perpendicular to the axis of bending;
 - *flanges* comprising internal elements parallel to the axis of bending.

All compression elements should be classified in accordance with 3.5.2. Generally, the complete cross-section should be classified according to the highest (least favourable) class of its compression elements. Alternatively, a cross-section may be classified with its compression flange and its web in different classes.

Circular hollow sections should be classified separately for axial compression and for bending.





^a For an RHS or box section, B and b are flange dimensions and D and d are web dimensions. The distinction between webs and flanges depends upon whether the member is bent about its major axis or its minor axis, see 3.5.1.

For an RHS, dimensions b and d are defined in footnote ^a to Table 12.

^b For an angle, b is the width of the outstand leg and d is the width of the connected leg.

Figure 5 — Dimensions of compression elements (continued)

3.5.2 Classification

The following classification should be applied.

- Class 1 plastic: *Cross-sections with plastic hinge rotation capacity.* Elements subject to compression that meet the limits for class 1 given in Table 11 or Table 12 should be classified as class 1 plastic.
- Class 2 compact: *Cross-sections with plastic moment capacity.* Elements subject to compression that meet the limits for class 2 given in Table 11 or Table 12 should be classified as class 2 compact.
- Class 3 semi-compact: *Cross-sections in which the stress at the extreme compression fibre can reach the design strength, but the plastic moment capacity cannot be developed.* Elements subject to compression that meet the limits for class 3 given in Table 11 or Table 12 should be classified as class 3 semi-compact.
- Class 4 slender: *Cross-sections in which it is necessary to make explicit allowance for the effects of local buckling.* Elements subject to compression that do not meet the limits for class 3 semi-compact given in Table 11 or Table 12 should be classified as class 4 slender.

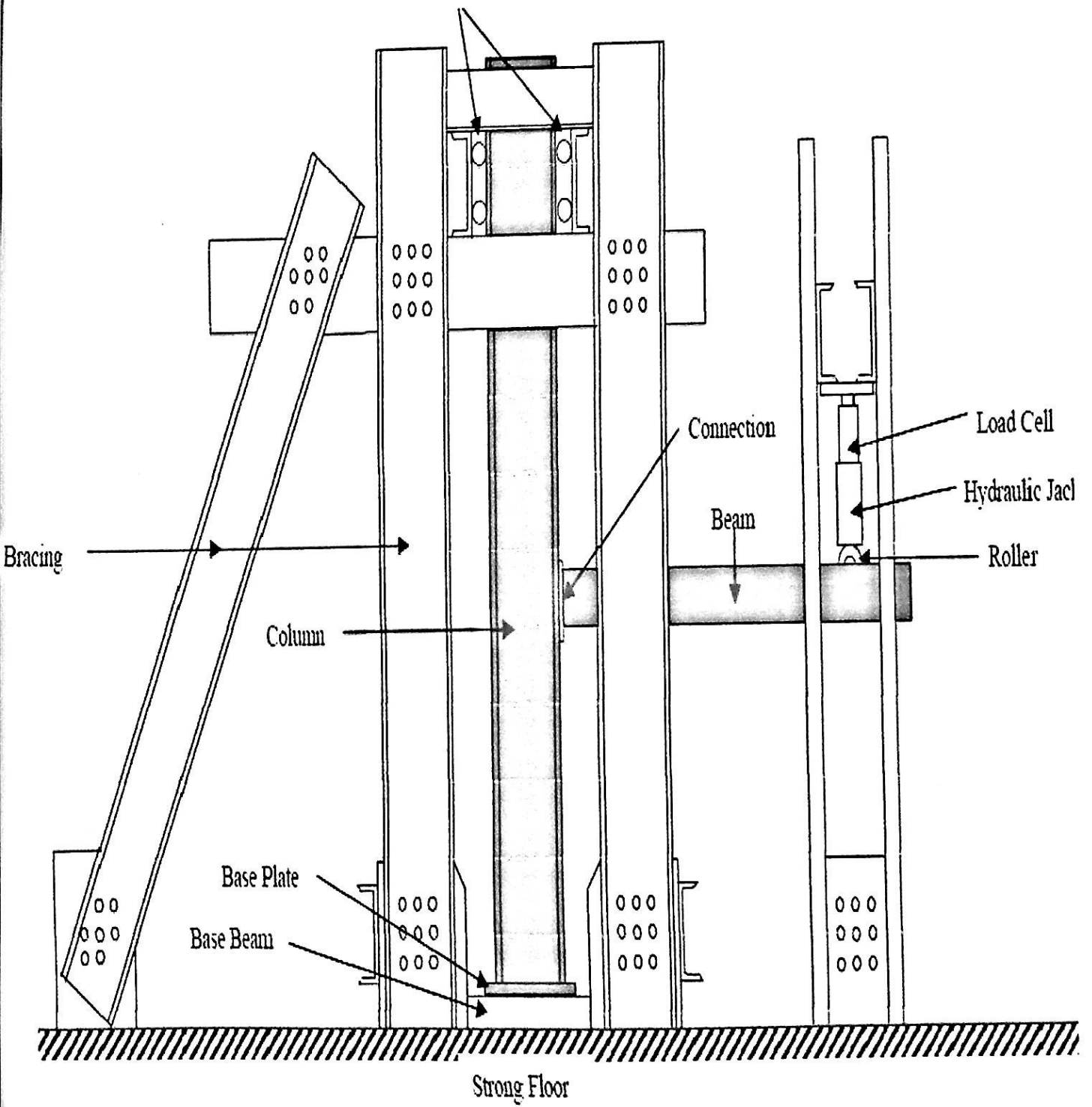


Figure 5.8: Layout of the testing rig for the isolated tests

LAMPIRAN D

Section 3. Properties of materials and section properties

3.1 Structural steel

3.1.1 Design strength

This standard covers the design of structures fabricated from structural steels conforming to the grades and product standards specified in BS 5950-2. If other steels are used, due allowance should be made for variations in properties, including ductility and weldability.

The design strength p_y should be taken as $1.0Y_s$ but not greater than $U_s/1.2$ where Y_s and U_s are respectively the minimum yield strength R_{eH} and the minimum tensile strength R_m specified in the relevant product standard. For the more commonly used grades and thicknesses of steel from the product standards specified in BS 5950-2 the value of p_y may be obtained from Table 9. Alternatively, the values of R_{eH} and R_m may be obtained from the relevant product standard.

NOTE Additional requirements apply where plastic analysis is used, see 5.2.3.

Table 9 — Design strength p_y

Steel grade	Thickness ^a less than or equal to	Design strength p_y
	mm	N/mm ²
S 275	16	275
	40	265
	63	255
	80	245
	100	235
	150	225
S 355	16	355
	40	345
	63	335
	80	325
	100	315
	150	295
S 460	16	460
	40	440
	63	430
	80	410
	100	400

^a For rolled sections, use the specified thickness of the thickest element of the cross-section.

3.1.2 Notch toughness

The notch toughness of the steel, as quantified by the Charpy impact properties, should conform to that for the appropriate quality of steel for avoiding brittle fracture, see 2.4.4.

Table 16 — Bending strength p_b (N/mm²) for rolled sections

λ_{LT}	Steel grade and design strength p_y (N/mm ²)														
	S 275					S 355					S 460				
	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	400	410	430	440	460
25	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	400	410	430	440	460
30	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	395	403	421	429	446
35	235	245	255	265	273	307	316	324	332	341	378	386	402	410	426
40	229	238	246	254	262	294	302	309	317	325	359	367	382	389	404
45	219	227	235	242	250	280	287	294	302	309	340	347	361	367	381
50	210	217	224	231	238	265	272	279	285	292	320	326	338	344	356
55	199	206	213	219	226	251	257	263	268	274	299	305	315	320	330
60	189	195	201	207	213	236	241	246	251	257	278	283	292	296	304
65	179	185	190	196	201	221	225	230	234	239	257	261	269	272	279
70	169	174	179	184	188	206	210	214	218	222	237	241	247	250	256
75	159	164	168	172	176	192	195	199	202	205	219	221	226	229	234
80	150	154	158	161	165	178	181	184	187	190	201	203	208	210	214
85	140	144	147	151	154	165	168	170	173	175	185	187	190	192	195
90	132	135	138	141	144	163	166	168	170	172	181	183	186	188	191
95	124	126	129	131	134	143	144	146	148	150	157	158	161	162	164
100	116	118	121	123	125	132	134	136	137	139	145	146	148	149	151
105	109	111	113	115	117	123	125	126	128	129	134	135	137	138	140
110	102	104	106	107	109	115	116	117	119	120	124	125	127	128	129
115	96	97	99	101	102	107	108	109	110	111	115	116	118	118	120
120	90	91	93	94	96	100	101	102	103	104	107	108	109	110	111
125	85	86	87	89	90	94	95	96	96	97	100	101	102	103	104
130	80	81	82	83	84	88	89	90	90	91	94	94	95	96	97
135	75	76	77	78	79	83	83	84	85	85	88	88	89	90	90
140	71	72	73	74	75	78	78	79	80	80	82	83	84	84	85
145	67	68	69	70	71	73	74	74	75	75	77	78	79	79	80
150	64	64	65	66	67	69	70	70	71	71	73	73	74	74	75
155	60	61	62	62	63	65	66	66	67	67	69	69	70	70	71
160	57	58	59	59	60	62	62	63	63	63	65	65	66	66	67
165	54	55	56	56	57	59	59	59	60	60	61	62	62	62	63
170	52	52	53	53	54	56	56	56	57	57	58	58	59	59	60
175	49	50	50	51	51	53	53	53	54	54	55	55	56	56	56
180	47	47	48	48	49	50	51	51	51	51	52	53	53	53	54
185	45	45	46	46	46	48	48	48	49	49	50	50	50	51	51
190	43	43	44	44	44	46	46	46	46	47	48	48	48	48	48
195	41	41	42	42	42	43	44	44	44	44	45	45	46	46	46
200	39	39	40	40	40	42	42	42	42	42	43	43	44	44	44
210	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	40
220	33	33	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	37	37	37
230	31	31	31	31	31	32	32	33	33	33	33	33	34	34	34
240	28	29	29	29	29	30	30	30	30	30	31	31	31	31	31
250	26	27	27	27	27	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29
λ_{L0}	37.1	36.3	35.6	35.0	34.3	32.1	31.6	31.1	30.6	30.2	28.4	28.1	27.4	27.1	26.5

Table 17 — Bending strength p_b (N/mm²) for welded sections

λ_{LT}	Steel grade and design strength p_y (N/mm ²)														
	S 275					S 355					S 460				
	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	400	410	430	440	460
25	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	400	410	430	440	460
30	235	245	255	265	275	315	325	335	345	355	390	397	412	419	434
35	235	245	255	265	272	300	307	314	321	328	358	365	378	385	398
40	224	231	237	244	250	276	282	288	295	301	328	334	346	352	364
45	206	212	218	224	230	253	259	265	270	276	300	306	316	321	332
50	190	196	201	207	212	233	238	243	248	253	275	279	288	293	302
55	175	180	185	190	195	214	219	223	227	232	251	255	263	269	281
60	162	167	171	176	180	197	201	205	209	212	237	242	253	258	269
65	150	154	158	162	166	183	188	194	199	204	227	232	242	247	256
70	139	142	146	150	155	177	182	187	192	196	217	222	230	234	242
75	130	135	140	145	151	170	175	179	184	188	207	210	218	221	228
80	126	131	136	141	146	163	168	172	176	179	196	199	205	208	214
85	122	127	131	136	140	156	160	164	167	171	185	187	190	192	195
90	118	123	127	131	135	149	152	156	159	162	170	172	175	176	179
95	114	118	122	125	129	142	144	146	148	150	157	158	161	162	164
100	110	113	117	120	123	132	134	136	137	139	145	146	148	149	151
105	106	109	112	115	117	123	125	126	128	129	134	135	137	138	140
110	101	104	106	107	109	115	116	117	119	120	124	125	127	128	129
115	96	97	99	101	102	107	108	109	110	111	115	116	118	118	120
120	90	91	93	94	96	100	101	102	103	104	107	108	109	110	111
125	85	86	87	89	90	94	95	96	96	97	100	101	102	103	104
130	80	81	82	83	84	88	89	90	90	91	94	94	95	96	97
135	75	76	77	78	79	83	83	84	85	85	88	88	89	90	90
140	71	72	73	74	75	78	78	79	80	80	82	83	84	84	85
145	67	68	69	70	71	73	74	74	75	75	77	78	79	79	80
150	64	64	65	66	67	69	70	70	71	71	73	73	74	74	75
155	60	61	62	62	63	65	66	66	67	67	69	69	70	70	71
160	57	58	59	59	60	62	62	63	63	63	65	65	66	66	67
165	54	55	56	56	57	59	59	59	60	60	61	62	62	62	63
170	52	52	53	53	54	56	56	56	57	57	58	58	59	59	60
175	49	50	50	51	51	53	53	53	54	54	55	55	56	56	56
180	47	47	48	48	49	50	51	51	51	51	52	53	53	53	54
185	45	45	46	46	46	48	48	48	49	49	50	50	50	51	51
190	43	43	44	44	44	46	46	46	46	47	48	48	48	48	48
195	41	41	42	42	42	43	44	44	44	44	45	45	46	46	46
200	39	39	40	40	40	42	42	42	42	42	43	43	44	44	44
210	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	40
220	33	33	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	37	37	37
230	31	31	31	31	31	32	32	33	33	33	33	33	34	34	34
240	28	29	29	29	29	30	30	30	30	30	31	31	31	31	31
250	26	27	27	27	27	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29
λ_{Lo}	37.1	36.3	35.6	35.0	34.3	32.1	31.6	31.1	30.6	30.2	28.4	28.1	27.4	27.1	26.5

LAMPIRAN E

(2) Where at least the minimum reinforcement given by 4.4.2.2, is provided, the limitation of crack widths to acceptable values and the avoidance of uncontrolled cracking between widely spaced bars may generally be achieved by limiting bar spacings and/or bar diameters. Table 4.11 and Table 4.12 below are designed to ensure that crack widths will not generally exceed 0.3 mm for reinforced concrete and 0.2 mm for prestressed concrete. It should be noted, however, that larger cracks could occasionally occur but that this should not be considered to be serious.

Crack widths will not generally be excessive provided that:

— for cracking caused dominantly by restraint, the bar sizes given in Table 4.11 are not exceeded where the steel stress is the value obtained immediately after cracking [i.e. σ_s in Equation (4.78) in 4.4.2.2(3)] and

— for cracks caused dominantly by loading, either the provisions of Table 4.11 or the provisions of Table 4.12 are complied with.

For prestressed concrete sections, the stresses in the reinforcement should be calculated regarding the prestress as an external force without allowing for the stress increase in the tendons due to loading.

Table 4.11 — Maximum bar diameters for high bond bars

Steel stress (MPa)	Maximum bar size (mm)	
	Reinforced sections	Prestressed sections
160	32	25
200	25	16
240	20	12
280	16	8
320	12	6
360	10	5
400	8	4
450	6	

For reinforced concrete the maximum bar diameter may be modified as follows:

$$\phi_s = \phi_s^* f_{ctm}/(2.5) h/[10(h-d)] \geq \phi_s^* (f_{ctm}/2.5) \text{ for restraint cracking}$$

$$\phi_s = \phi_s^* \frac{h}{10(h-d)} \geq \phi_s^* \text{ for load induced cracking}$$

where:

ϕ_s is the adjusted maximum bar diameter

ϕ_s^* is the maximum bar size given in the Table 4.11

h is the overall depth of the section

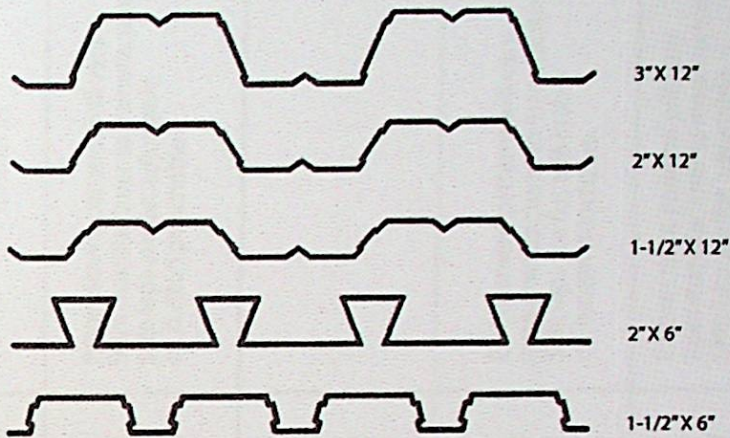
Table 4.12 — Maximum bar spacings for high bond bars

Steel stress (MPa)	Maximum bar spacing (mm)		
	Pure flexure	Pure tension	Prestressed sections (bending)
160	300	200	200
200	250	150	150
240	200	125	100
280	150	75	50
320	100	—	—
360	50	—	—

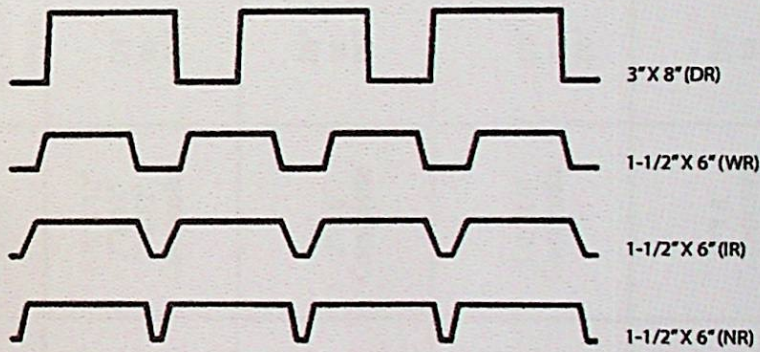
(3) In Table 4.11 and Table 4.12 the steel stresses used should be evaluated for reinforced concrete on the basis of the quasi-permanent loads and for prestressed concrete on the basis of the frequent loads and the relevant estimated value of prestress.

LAMPIRAN F

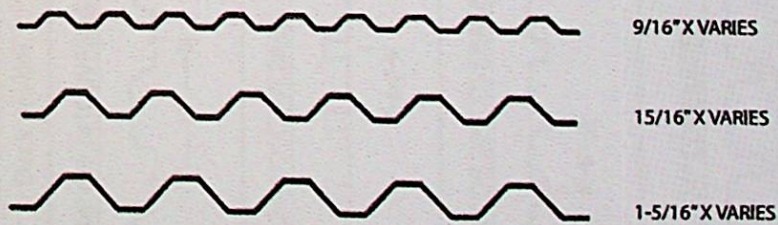
Figure 1
ALL DIMENSIONS ARE NOMINAL



TYPICAL COMPOSITE FLOOR DECK PROFILES



TYPICAL ROOF DECK PROFILES



TYPICAL FORM DECK PROFILES

DECK PROFILES

Figure 1A
All dimensions are nominal.

Composite Floor Deck Profiles	Name	Nominal Thickness Range	Weight Range	Comments
	<p>1 1/2" X 12" 2" X 12" 3" X 12" Composite</p>	<p>.03" to .06"</p>	<p>2 psf to 4 psf</p>	<p>Embossment patterns will vary from manufacturer to manufacturer. Side laps are flat adjustable or button punchable.</p>
	<p>2" X 6" Composite</p>	<p>.03" to .06"</p>	<p>2 psf to 4 psf</p>	
	<p>1 1/2" X 6" Composite</p>	<p>.03" to .06"</p>	<p>2 psf to 4 psf</p>	<p>Embossment patterns will vary from manufacturer to manufacturer. Side laps are flat adjustable or button punchable.</p>
	<p>3" X 8" Composite</p>	<p>.03" to .06"</p>	<p>2 psf to 4 psf</p>	<p>Embossment patterns will vary from manufacturer to manufacturer. Side laps are flat adjustable or button punchable. This profile is not generally suitable for use with shear studs.</p>

Figure 1B
All dimensions are nominal.

Roof Deck Profiles	Name	Nominal Thickness Range	Weight Range	Comments
<p>36" OR 30" COVERAGE K-2 1/2" NOM. 6" 1 1/4" MIN.</p>	1 1/2" X 6" Wide Rib (WR)	.03" to .06"	2 psf to 4 psf	May be referred to as "B" deck. Sidelaps may be flat adjustable or button punchable. Acoustical deck will have perforated webs.
<p>36" OR 30" COVERAGE K-1 1/4" NOM. 6" 1/2" MIN.</p>	1 1/2" X 6" Intermediate Rib (IR)	.03" to .06"	2 psf to 4 psf	May be referred to as "F" deck.
<p>36" OR 30" COVERAGE K-1" NOM. 6" 3/8" MIN.</p>	1 1/2" X 6" Narrow Rib (NR)	.03" to .06"	2 psf to 4 psf	May be referred to as "A" deck.
<p>24" COVERAGE K-2 1/4" NOM. 8" 1 1/2" MIN.</p>	3" X 8" Deep Rib (DR)	.03" to .06"	2 psf to 4 psf	May be referred to as "N" deck. Sidelaps may be flat adjustable or button punchable. Acoustical deck will have perforated webs.

DECK PROFILES

Figure 1C
All dimensions are nominal.

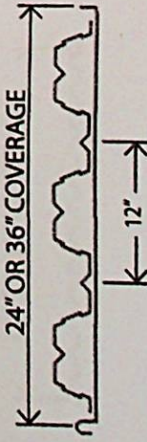
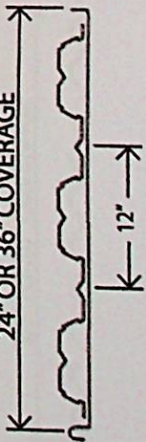
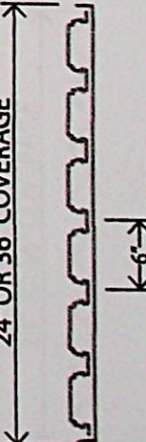
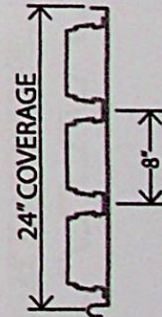
Cellular Floor Deck Profiles	Name	Nominal Thickness Range	Weight Range	Comments
	3" X 12" Composite Cellular	.03" to .06"	4 psf to 7 psf	Bottom plate may be perforated for acoustical.
	2" X 12" Composite Cellular	.03" to .06"	4 psf to 7 psf	Bottom plate may be perforated for acoustical.
	1 1/2" X 6" Composite Cellular	.03" to .06"	4 psf to 7 psf	May also be used as a roof deck. Bottom plate may be perforated for acoustical.
	3" X 8" Composite Cellular	.03" to .06"	4 psf to 7 psf	May also be used as a roof deck. Bottom plate may be perforated for acoustical.

Figure 1D
All dimensions are nominal.

Form Deck Profiles	Name	Nominal Thickness Range	Weight Range	Comments
	9/16" X Varies Form Deck	.014" to .030"	0.8 psf to 1.5 psf	Standard form deck. Used as centering.
	15/16" X Varies Form Deck	.017" to .040"	1.0 psf to 2.0 psf	Heavy duty form deck. Used as centering.
	1-5/16" X Varies Form Deck	.017" to .047"	1.0 psf to 2.8 psf	Extra heavy duty form deck. Used as centering.
	1-1/2" or 2" X Varies Form Deck	.023" to .047"	1.4 psf to 2.8 psf	Super duty form deck. Used as centering.

Note: All profiles may be used as roof deck (for a patented assembly)

LAMPIRAN G

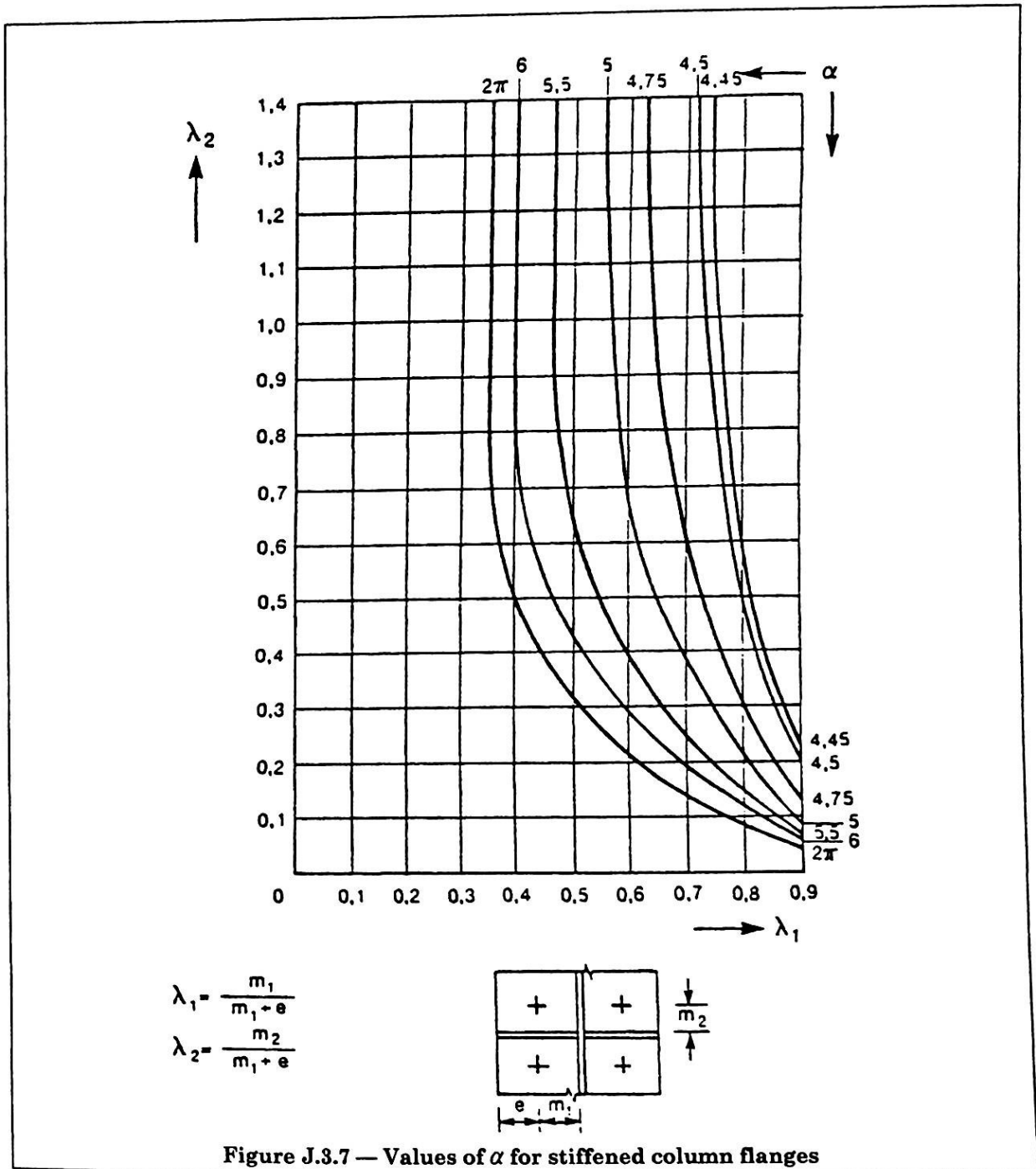


Figure J.3.7 — Values of α for stiffened column flanges

J.3.4.4 End plate

(1) The tension zone of a beam end plate should be considered to act as a series of equivalent T-stubs with a total length equal to the total effective length of the bolt pattern in the tension zone, as indicated in Figure J.3.8.

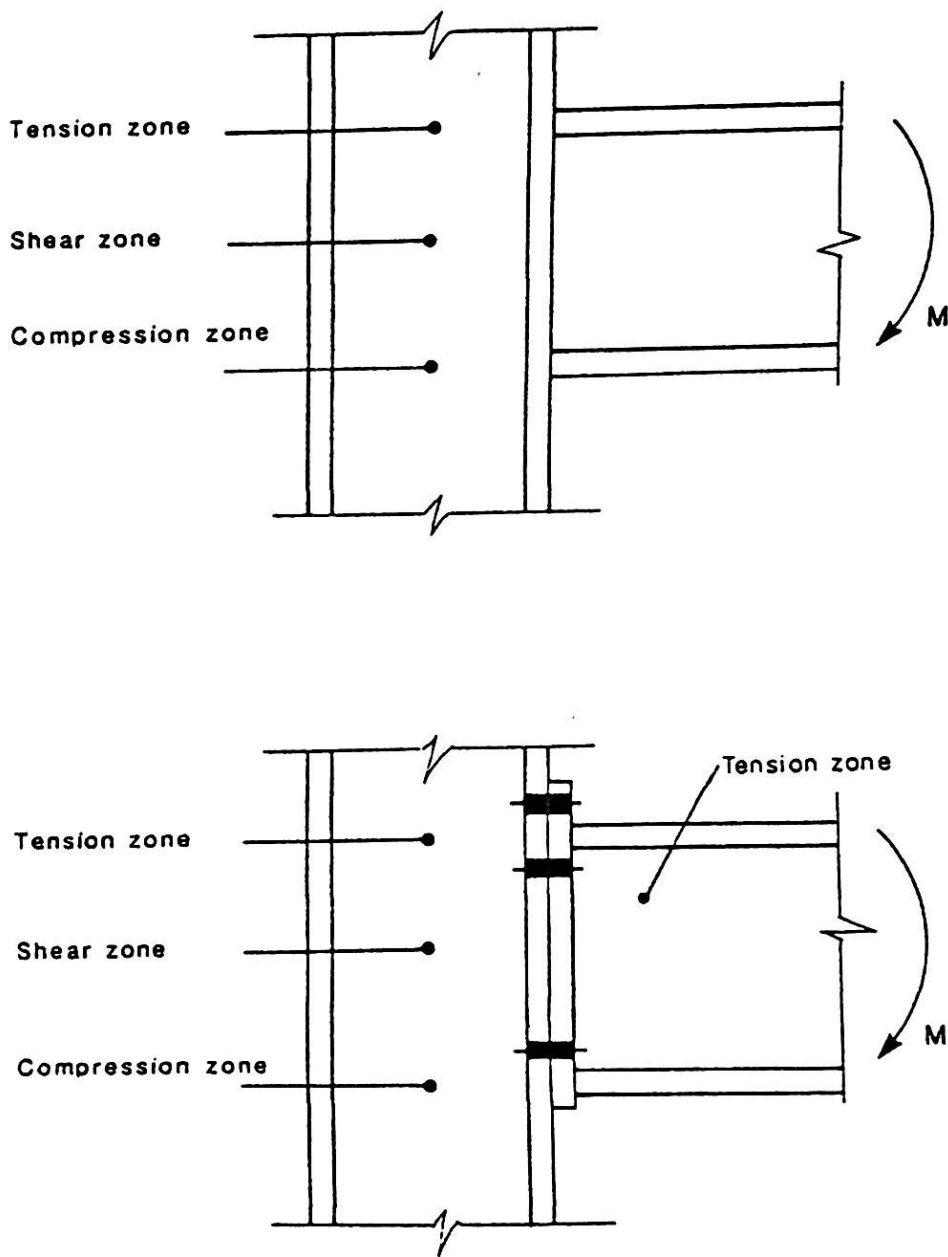


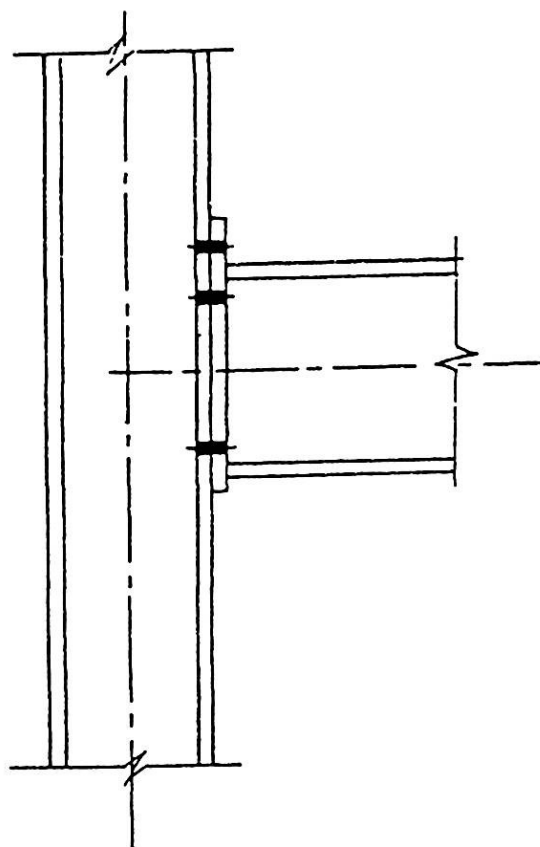
Figure 6.9.10 — Critical zones in beam-to-column connections

6.10 Hollow section lattice girder joints

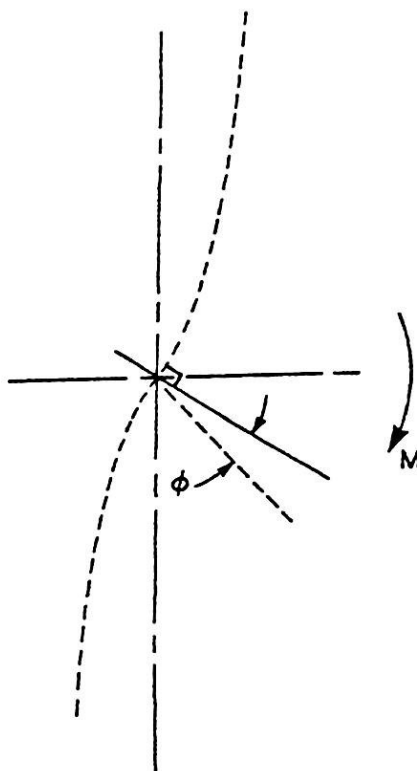
6.10.1 Design resistance

(1) The design resistances of joints between hollow sections shall be based on the following criteria as applicable:

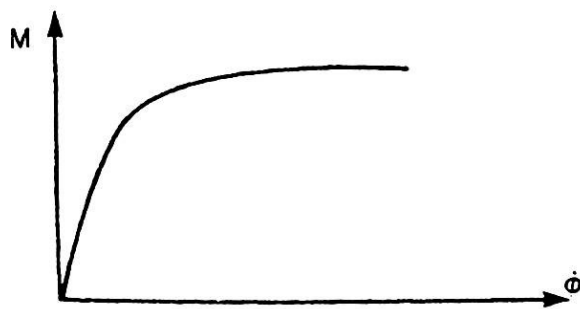
- a) chord face failure.
- b) chord web (or wall) failure by yielding or instability.



(a) Connection



(b) Model



(c) Moment-rotation characteristic

Figure 6.9.1 — Modelling a connection as a rotational spring

LAMPIRAN H



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya (30662)
Telp. (0711) 580139,580062 Fax. (0711) 580139**

SURAT KETERANGAN SELESAI REVISI

Yang bertandatangan dibawah ini Dosen Penguji Tugas Akhir / Skripsi Mahasiswa Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya :

NAMA : ACEFRI DWISYAH PUTRA

NIM : 03043110075

JUDUL : **BAHASAN PERILAKU SAMBUNGAN SEMI RIGID *FLUSH END*
PLATE DENGAN PEMASANGAN *COMPOSITE STEEL DECK*
BERDASARKAN *BRITISH STANDARD***

TGL SIDANG: 13 SEPTEMBER 2008

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melakukan Perbaikan/Revisi
Tugas Akhir/Skripsi. Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan dipergunakan
bagaimana mestinya.

Dosen Penguji 1

Andra Chusaini San, MS

NIP. 131 558 520

Dosen Penguji 2

Ir. Yakni Idris, MSCE

NIP. 131 672 710

Dosen Penguji 3

Ir. Rozirwan

NIP. 131 476 142

Dosen Penguji 4

Andriana Dewi, S.T., M.T

NIP. 132 258 150

Indralaya, September 2008

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Imron Fikri Astira

NIP. 131 472 645

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir.H. Anis Sageaff, MSCE

NIP. 131 863 981



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA - FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32 Inderalaya - Kab.Ogan Ilir (30662)
Telp. 0711.580139 - 0711.580062 Fax. 0711.580139 E-mail : sipilftunsri@plasa.com



SURAT - TUGAS

Nomor : 117 /H9.1.3/TS/KR/2008

Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya menugaskan kepada Saudara-Saudara yang tersebut pada lampiran Surat Tugas ini untuk bertindak sebagai pembimbing utama, Pembantu Pembimbing Tugas Akhir/Sripsi.

Jurusan : Teknik Sipil
Semester : Genap
Tahun Ajaran : 2007/2008

Demikian untuk dapat dimaklumi dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.



Inderalaya, 10 Maret 2008
Ketua Jurusan,

Dr. H. Enron Fikri Astira, M.S.
NIP. 131 472 645

Tembusan:

1. Yth. Dekan Fakultas Teknik UNSRI
2. Arsip

Lampiran Surat Ketua Jurusan Teknik Sipil
Nomor : 118/H9.1.3/TS/KR/2008
Tanggal : 13 Maret 2008

DAFTAR MAHASISWA JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNSRI
YANG MENGAMBIL TUGAS AKHIR PERIODE SEMESTER GENAP 2007/2008.

NO	NAMA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
1.	Ensy Novamaulina	03043110062	Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S.
2.	Nurfitriani R.NS.	03043110055	
3.	Ressy Maryani	03043110052	
4.	Hilda Aprianti	03043110027	
5.	Tresnoviaty Ros P.	03043110015	
6.	Dedek Chandra	03043110081	
7.	Sudirman	03043110116	
8.	Eva Febrina Pohan	03043110017	Rosidawani, S.T., M.T.
9.	Elliya Ilma Azizah	03043110050	
10.	Dwi Nisfo	03043110030	
11.	Sugiarti	03043110053	
12.	Dian Mayasari	03043110035	
13.	Silfa Rosa	03043110036	
14.	Aditya Rachmadi	03043110080	Ir. Hj. Ika Juliantina, MS.
15.	Nicki Astria	03043110018	
16.	Siwi Agustina	03043110032	
17.	Fia Mariestika	03043110049	
18.	Ari Apriansyah P.	03043110058	
19.	Eka Pratiwi Puji Lestari	03043110044	
20.	Indah Fajarini	03043110033	
21.	Asri Wisnu Wardana	03043110066	
22.	Muhammad Baagir	03043110103	
23.	Selli Tristiani	03043110045	
24.	S a l a m	03043110012	Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.Sc.
25.	Adijayanegara Sedyatmo	03043110037	
26.	Juwita Puspitasari	03043110031	
27.	Asrial Mukmin	03043110093	
28.	Acefri Dwisyah Putra	03043110075	
29.	M. Ali Rahmad	03043110009	
30.	Anita Carolina	03043110043	Ir. Tuter Lusetyowati, M.T.
31.	Rama Wijaya Kesuma	03043110040	Ir. Indra Chusaini San, M.S.
32.	Ria Anggraini	03043110034	
33.	Siti Mirza Jayanti	03043110007	
34.	Aulia Friska Gresia	03043110051	
35.	Wibowo Achmad	03043110065	
36.	Atika Bhelisa	03043110013	Ir. H. Bakrie Oemar S, M.Sc., MIHT.
37.	Erisa Nazief	03043110098	
38.	Achmad Rizky Pratama	03043110042	
39.	Fathullah	03043110003	
40.	Agus Sai	03043110002	
41.	Mariyo Yual S.	03043110020	



Ketua Jurusan,

Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S.
NIP. 131 472 645

SURAT KETERANGAN SELESAI SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya :

Nama : ACEFRI DWISYAH PUTRA
NIM : 03043110075
Judul Skripsi : Bahasan Prilaku Sambungan Semi rigid Flush Endplate Dengan Pemasangan *Composite Steel Deck* Berdasarkan British Standard

Dengan ini menerangkan bahwa tugas Akhir/Skripsi Yang dilaksanakan oleh mahasiswa tersebut diatas hingga saat ini dalam keadaan*):

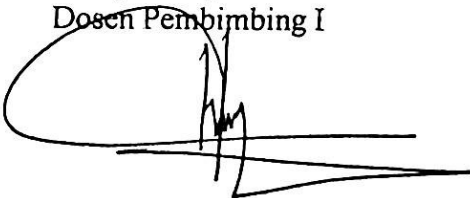
- selesai Tanpa Masalah
- Proses Penyelesaian Akhir

Oleh karena itu yang bersangkutan direkomendasikan dapat mengikuti Ujian Sidang Sarjana yang akan dilaksanakan pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 13 September 2008


Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I



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

Palembang, Agustus 2008
Dosen Pembimbing II



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

*) Beri Tanda X

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : ACEFRI DWISYAH PUTRA
 NIM : 03043110075
 Fak/Jur : Teknik Sipil
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. ANIS SAGGAFF, MSCE
 Pembimbing 2 : Ir. H. IMRON FIKRI ASTIRA, MS

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
		<i>- Lupa</i>	<i>[Signature]</i>
	<i>23/8</i>	<i>kurang std km</i>	<i>[Signature]</i>
		<i>- Selanjutnya</i>	
		<i>- Selanjutnya cek pda</i>	
		<i>di part II</i>	
		<i>- Selanjutnya</i>	
	<i>24/8 08</i>	<i>- Tambahkan bahan sement - ardek - plester, redolan / tabel / sbr - cat tembok</i>	<i>[Signature]</i>

S

C.1/1

691.707

Put

PERPUSTAKAAN UNSRI

b

NO. INVENTARIS : 081070

PENGARANG : Putra Dwisyah, Aefri

JUDUL : Bahasan prilaku sambungan
semi-rigid flush end plate

081070

C.1/1