



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERBANDINGAN PROFIL BAJA RINGAN TIPE C
DAN Z UNTUK KUDA – KUDA RUMAH TINGGAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

ANDREAS RINALDI MASUI

0606072036

**FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK SIPIL
DEPOK
NOVEMBER 2010**

i

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Andreas Rinaldi Masui

NPM : 0606072036

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 November 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Andreas Rinaldi Masui
NPM : 0606072036
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Perbandingan Profil Baja Ringan Tipe C dan Z Untuk Kuda – Kuda Rumah Tinggal.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia


DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Mulia Orientilize ST. MT. ()

Penguji : Ir. Sjahril A. Rahim MEng ()

Penguji : Dr.Ir.Heru Purnomo DEA ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa adanya bantuan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit untuk dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada pihak – pihak yang telah membantu yaitu :

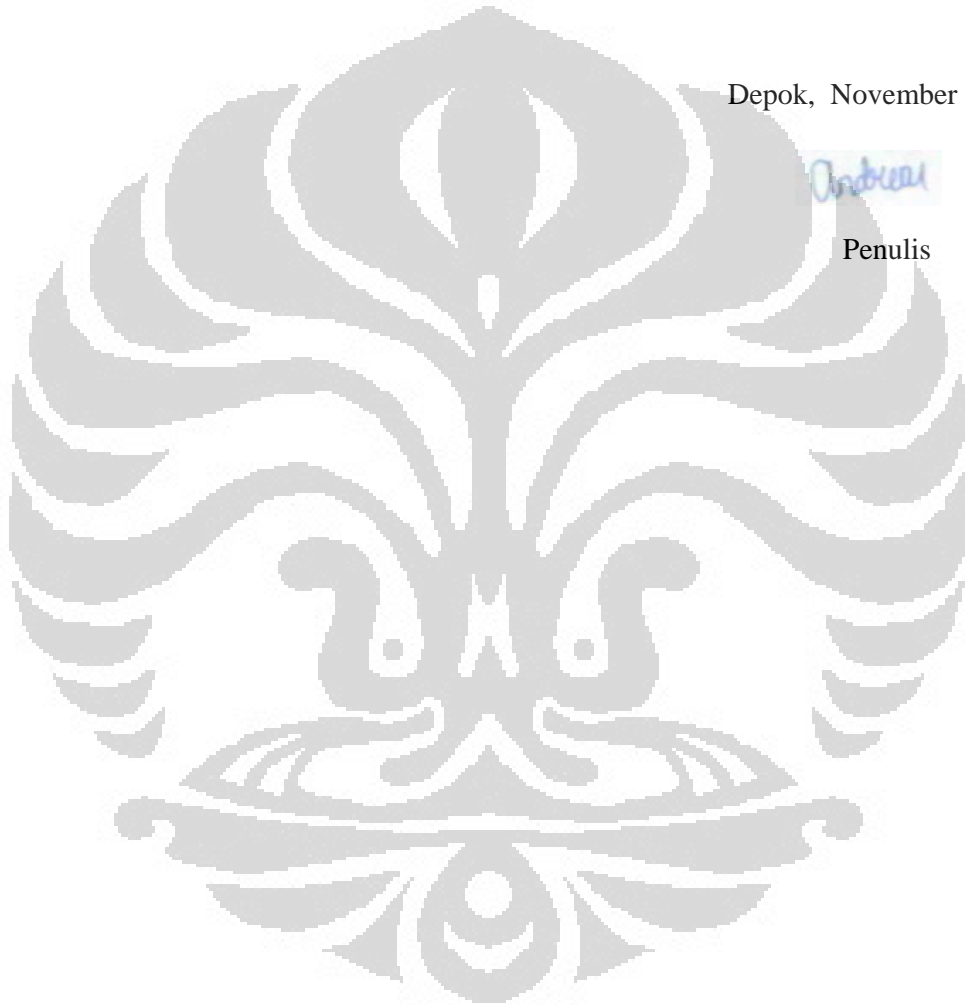
- (1) Mulia Orientilize ST. MT. selaku pembimbing yang memberikan kesempatan kepada saya dalam membimbing selama pengerjaan skripsi ini. Terutama atas bimbingan beliau selama pengerjaan permodelan dan pemberian masukan – masukan di saat menemui kesulitan dalam melakukan permodelan dalam program.
- (2) Ir. Sjahril A. Rahim MEng dan Dr.Ir.Heru Purnomo DEA penguji yang memberikan banyak masukan khususnya pada saat penyusunan seminar dan bantuan – bantuan lainnya.
- (3) Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia lainnya yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya yang tak ternilai;
- (4) Seluruh staf Departemen Teknik Sipil
- (5) PT. 1-2 Truss dan PT.Bluescope, yang telah memberikan data – data yang berguna mengenai profil baja ringan yang dibutuhkan;
- (6) Ayah dan ibu yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral sehingga penyusunan ini skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
- (7) Teman teman Teknik Sipil 2006 semua atas semangat yang tak ada henti yang menginspirasi saya;
- (8) Dan semua pihak – pihak yang tak bisa disebutkan disini, kalian semua sangat berarti.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik sipil.

Depok, November 2010

A handwritten signature in blue ink that reads "Andreas".

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andreas Rinaldi Masui

NPM : 0606072036

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Studi Perbandingan Profil Baja Ringan Tipe C dan Z
untuk Kuda – Kuda Rumah Tinggal.”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 18 November 2010

Yang menyatakan



(Andreas Rinaldi Masui)

ABSTRAK

Nama : Andreas Rinaldi Masui
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Studi Perbandingan Profil Baja Ringan Tipe C dan Z untuk Kuda – Kuda Rumah Tinggal.

Maraknya penggunaan baja ringan (*cold-formed steel*) untuk rangka kuda – kuda sebagai pengganti kayu di Indonesia akhir – akhir ini perlu dicermati. Hal ini disebabkan karena belum tersedianya peraturan desain mengenai penggunaan baja ringan di Indonesia, sehingga desain atap baja ringan hanya dapat dilakukan oleh ahli struktur. Seringnya pemberitaan di media mengenai keruntuhan rangka atap baja ringan di beberapa tempat perlu dicermati. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan tipe profil baja ringan tipe C dan Z yang akan digunakan untuk rangka kuda – kuda rumah tinggal. Adapun parameter – parameter yang divariasikan yaitu : bentangan kuda – kuda, jarak antar kuda – kuda, jarak a, tipe kuda – kuda, dan jenis material penutup atap. Dari jenis variasi permodelan kuda – kuda yang dibuat akan dikeluarkan suatu kesimpulan mengenai desain kuda – kuda yang aman.

Kata kunci:

Kuda – kuda baja ringan, bentangan kuda – kuda, jarak kuda – kuda, tipe profil

ABSTRACT

Name : Andreas Rinaldi Masui
Study Program : Civil Engineering
Title : Comparison Study for Cold Formed Steel Profile C and Z for House Roof Truss.

Nowadays cold-formed steel most used as replacement of timber roof truss need to be researched more. This is because Indonesia doesn't have a standard for designing a cold formed steel, so the design of the cold formed steel can only be done by the structural engineer. Many news in newspaper or television said that a failure of the roof trusses from cold formed steel material. This research is about studying the behavior of cold formed type profile and to compare type C and type Z for the roof truss purpose. The parameter that will be variated such as span of the roof truss, space between roof truss, space of a, type of the roof truss, and type of material which cover the roof truss. From this research, we conclude and make a recommendation about the safe design of roof truss

Keywords:

Cold-form steel roof truss, roof truss span, space between roof truss, type of profile

DAFTAR ISI

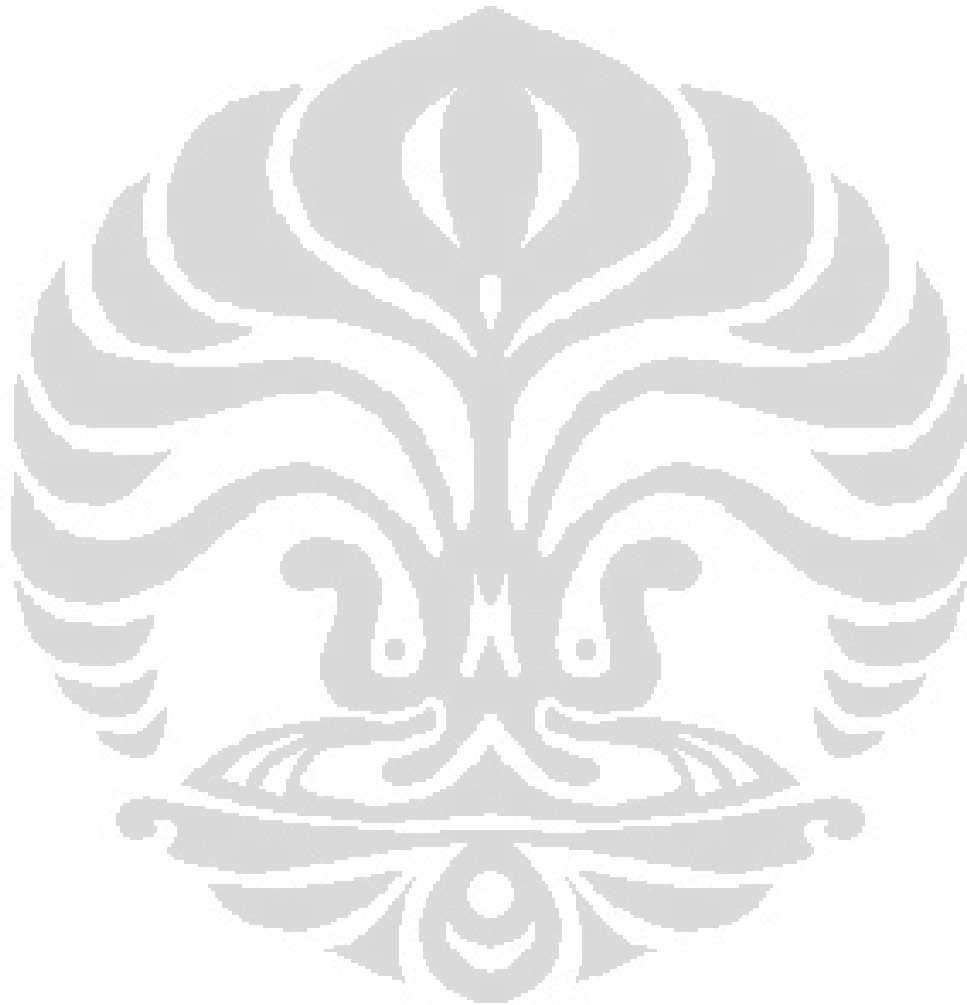
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Hipotesa	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1 Baja Ringan.....	5
2.2 Metode Pembentukan Baja Ringan.....	7
2.2.1 <i>Cold Roll Forming</i>	7
2.2.2 <i>Press Brake Operation</i>	9
2.3 Desain kuda – kuda dengan profil baja ringan.....	10
2.4 Data Profil Baja Ringan Yang Terdapat Di Indonesia.....	14
2.4.1 PT. Bluescope Lysaght.....	14
2.4.2 PT. One Two Truss	20
2.5 Kriteria Desain	24
2.5.1 <i>Bending Strength</i>	25

2.5.2 Axial Load Strength.....	28
2.6 Hipotesa.....	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Prosedur Penelitian.....	35
3.2 Parameter – Parameter Yang Diteliti	36
3.3 Permodelan Kuda – Kuda	38
3.3.1 Pembebanan Pada Permodelan Kuda - Kuda.....	38
3.3.2 Kombinasi – Kombinasi Beban	42
3.4 Proses Penginputan Data.....	42
3.4.1 Penginputan Data Material Profil Baja Ringan.....	42
3.4.2 Penginputan Data Properti Penampang.....	44
3.4.3 Penginputan Load Cases	45
3.4.4 Penginputan Kombinasi Beban	45
3.4.5 Penginputan Respons Spektrum Wilayah 3	46
3.5 Permodelan Kuda – Kuda	46
BAB 4 ANALISIS DATA	52
4.1 Hasil Output SAP 2000	52
4.2 Pengecekan Lendutan	57
4.3 Grafik Hasil Output Nilai R <i>Running</i> SAP 2000	64
4.4 Analisis Hasil Grafik Yang Diperoleh	68
BAB 5 PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	74
DAFTAR REFERENSI	75
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Keterangan Simbol yang digunakan Dalam Tabel 2.1.....	9
Gambar 2.2 Metode <i>Press Brake Operation</i>	9
Gambar 2.3 Tipe rangka kuda – kuda yang umum digunakan	11
Gambar 2.4 Bagian dalam rangka kuda – kuda atap baja ringan.....	12
Gambar 2.5 Baut PT.Bluescope	17
Gambar 2.6 <i>General Purpose Bracket</i>	17
Gambar 2.7 <i>Angle Connector</i>	18
Gambar 2.8 <i>Clamp Plate</i>	18
Gambar 2.9 <i>Racking Girt Bracket</i>	19
Gambar 2.10 <i>Racking Girt</i>	19
Gambar 2.11 Gambar profil baja ringan PT.One Two Truss.....	20
Gambar 2.12 Profil Frame PT.One Two Truss	21
Gambar 2.13 Profil Capsul.....	22
Gambar 2.14 Profil Batten / Reng.....	23
Gambar 2.15 Baut PT.One Two Truss.....	24
Gambar 2.16 Sekrup PT.One Two Truss	24
Gambar 3.1 Diagram alur proses permodelan.....	35
Gambar 3.2 Gambar permodelan kuda – kuda tipe Howe dan Simple Fink dalam 2D.....	36
Gambar 3.3 Respon Spektrum Gempa untuk wilayah 3	41
Gambar 3.4 Pendefinisian material dan profil baja ringan yang digunakan	43
Gambar 3.5 Pendefinisian property penampang tipe C	44
Gambar 3.6 Pendefinisian beban yang akan diinput.....	45
Gambar 3.7 Penginputan kombinasi beban yang akan digunakan.....	45
Gambar 3,8 Penginputan Respons Spektrum wilayah 3	46
Gambar 3.9 Penginputan koordinat X,Y,dan Z.....	47
Gambar 3.10 Permodelan kuda – kuda dalam 2 dimensi (sumbu XZ).....	48
Gambar 3.11 Permodelan kuda – kuda 3D	48
Gambar 3.12 Beban akibat air hujan.....	49
Gambar 3.13 Beban angin (sisi kiri angin tekan sisi kanan angin hisap)	49

Gambar 3.14 Pembebanan SDL (berat material penutup atap) pada batang reng	.50
Gambar 3.15 Beban pekerja.....	50
Gambar 3.16 Analisis sebagai space frame.....	51
Gambar 3.17 Analisis Cold Formed Design	51
Gambar 4.1 Pengecekan Nilai R Pada Batang Profil Kuda - Kuda	52
Gambar 4.2 Pengecekan Lendutan Pada Rangka Kuda – Kuda	57



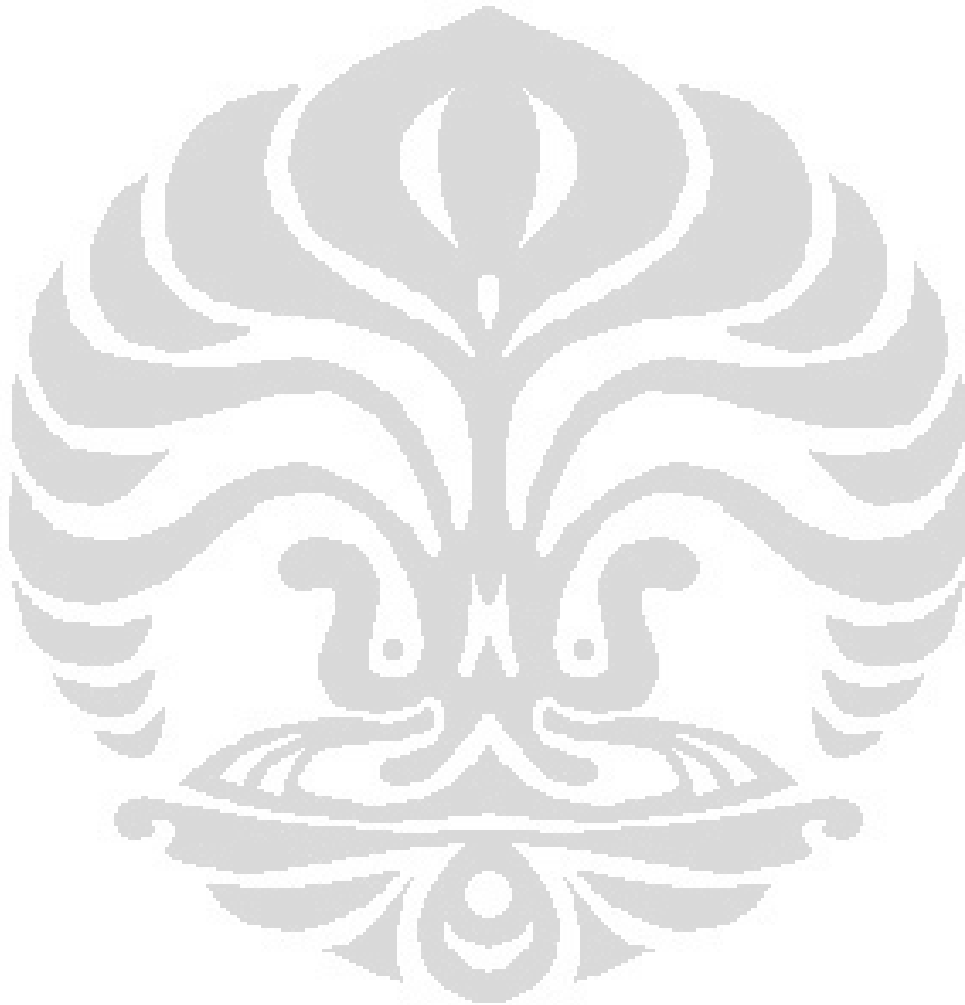
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel toleransi dalam fabrikasi	8
Tabel 2.2 Brosur katalog profil baja ringan Bluescope.....	16
Tabel 2.3 Tabel Profil Frame PT.One Two Truss.....	21
Tabel 2.4 Tabel Profil Capsul PT.One Two Truss.....	22
Tabel 2.5 Tabel Profil Batten / Reng PT.One Two Truss.....	23
Tabel 2.6 Perbandingan Profil C dan Z.....	34
Tabel 3.1 Tabel permodelan kuda – kuda yang dibuat	37
Tabel 3.2 Tabel perhitungan koefisien angin.....	40
Tabel 4.1 Hasil output nilai R dengan SAP 2000 tipe kuda-kuda Simple Fink profil C.....	53
Tabel 4.2 Hasil output nilai R dengan SAP 2000 tipe kuda-kuda Howe profil C ..	54
Tabel 4.3 Hasil output nilai R dengan SAP 2000 tipe kuda-kuda Simple Fink profil Z.....	55
Tabel 4.4 Hasil output nilai R dengan SAP 2000 tipe kuda-kuda Howe profil Z..	56
Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan	58
Tabel 4.6 Perbandingan Lendutan Atap Genteng terhadap Metal Roof	68
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai R Atap Genteng terhadap Metal Roof.....	69
Tabel 4.8 Perbandingan Kenaikan Lendutan Tipe Profil Z terhadap C.....	70
Tabel 4.9 Perbandingan Kenaikan Nilai R Tipe Profil Z terhadap C	70
Tabel 4.10 Perbandingan Kenaikan Lendutan Tipe Kuda Howe Terhadap Simple Fink	71
Tabel 4.11 Perbandingan Kenaikan Nilai R Tipe Kuda Howe Terhadap Simple Fink	71
Tabel 4.12 Tabel Batas Aman Desain Kuda – Kuda	72

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 5m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.2 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 6m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.3 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 7m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.4 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 8m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.5 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 5m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.6 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 6m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.7 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 7m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.8 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 8m,Metal Roof.....	64
Grafik 4.9 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 5m,Genteng.....	65
Grafik 4.10 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 6m,Genteng.....	65
Grafik 4.11 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 7m,Genteng.....	65
Grafik 4.12 Tipe Simple Fink,Profil C,Bentang 8m,Genteng.....	65
Grafik 4.13 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 5m,Genteng.....	65
Grafik 4.14 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 6m,Genteng.....	65
Grafik 4.15 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 7m,Genteng.....	65
Grafik 4.16 Tipe Simple Fink,Profil Z,Bentang 8m,Genteng.....	65
Grafik 4.17 Tipe Howe,Profil C,Bentang 5m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.18 Tipe Howe,Profil C,Bentang 6m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.19 Tipe Howe,Profil C,Bentang 7m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.20 Tipe Howe,Profil C,Bentang 8m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.21 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 5m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.22 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 6m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.23 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 7m,Metal Roof.....	66
Grafik 4.24 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 8m,Metal Roof.....	67
Grafik 4.25 Tipe Howe,Profil C,Bentang 5m,Genteng.....	67
Grafik 4.26 Tipe Howe,Profil C,Bentang 6m,Genteng.....	67
Grafik 4.27 Tipe Howe,Profil C,Bentang 7m,Genteng.....	67
Grafik 4.28 Tipe Howe,Profil C,Bentang 8m,Genteng.....	67
Grafik 4.29 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 5m,Genteng.....	67
Grafik 4.30 Tipe Howe,Profil Z,Bentang 6m,Genteng.....	67

Grafik 4.31 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 7m, Genteng67
Grafik 4.32 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 8m, Genteng67



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penggunaan baja ringan sebagai material konstruksi ternyata telah digunakan di Amerika dan Inggris sejak tahun 1850. Namun pada tahun 1940, penggunaan baja ringan ini mulai berkembang pesat penggunaannya untuk konstruksi terutama sejak adanya penelitian dan spesifikasi peraturan desain baja ringan yang dikeluarkan oleh *AISI* (Wei Wen Yu, 2000, p.1)

Baja ringan sebagai alternatif material baru di Indonesia sering ditemukan dan mulai digunakan 5 hingga 10 tahun belakangan ini khususnya untuk konstruksi rangka kuda – kuda pada atap rumah tinggal, ruko, sekolah, dan gedung. Penggunaannya sebagai material konstruksi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan kayu. Kepopuleran baja ringan ditandai dengan munculnya berbagai jenis jumlah merk rangka atap baja ringan di Indonesia. Rangka atap baja ringan diciptakan untuk memudahkan perakitan dan konstruksi. Meskipun tipis, baja ringan memiliki kekuatan leleh (*yield stress*) berkisar antara 550 MPa dengan ketebalan baja ringan antara 0,9mm – 6,4mm. Oleh karena itu, tidaklah mengherankan akan semakin bertambahnya minat penggunaan baja ringan sebagai material konstruksi pengganti kayu.

Baja ringan dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu sebagai baja struktural maupun non struktural. Non struktural dalam hal ini penggunaan sebagai body mobil, rak penyimpanan, dan beberapa jenis peralatan yang terbuat dari material baja ringan. Sebagai baja struktural penggunaan baja ringan dibagi menjadi 2 yaitu sebagai *individual structural framing members* dan *deck*. Sebagai batang struktural dapat dilihat seperti adanya profil baja ringan tipe C dan Z yang beredar di pasaran saat ini. (Wei Wen Yu, 2000, p. 3)

Tingginya minat penggunaan baja ringan untuk kuda – kuda belakangan ini perlu dicermati lebih lanjut. Indonesia belum memiliki aturan mengenai perancangan dengan menggunakan material baja ringan sehingga dalam perancangan mesti merujuk ke peraturan – peraturan yang terdapat pada negara

lain seperti *Australian Standard*, *JIS (Japanese Industrial Standard)* dan *American Iron and Steel Institute (AISI)*. Dikarenakan perilaku struktur baja ringan yang berbeda dengan baja biasa (*hot rolled steel*) menjadikan perhitungan dalam perancangan struktur dengan baja ringan hanya dapat dilakukan oleh ahli – ahli struktur (*structural engineer*). Adapun berita – berita keruntuhan yang marak terjadi pada desain kuda – kuda yang terbuat dari baja ringan menjadikan hal ini menjadi sesuatu yang menarik untuk diteliti.

Berbeda dengan struktur kayu yang cukup kuat menahan gaya tekan dan tarik, profil baja ringan rentan terhadap bahaya tekuk. Dengan kekakuan yang lemah, struktur rangka atap baja ringan harus dilengkapi dengan batang pengaku / bracing yang dipasang terdiri dari *Bottom Chord Bracing* (pengaku pada batang bawah), *Lateral Tie* (pengaku batang tekan / *web*), *Diagonal Web Bracing* (ikatan angin), untuk meneruskan gaya dari *lateral tie*, *Top Chord Bracing* (pengaku batang atas) yang berupa reng yang dipasang untuk atap dengan bentang panjang. Peraturan – peraturan yang dirujuk dari negara Jepang, Australia, dan Amerika mewajibkan pemasangan bracing yang lengkap untuk menghindari terjadinya kegagalan pada satu bagian kuda – kuda yang berakibat pada kegagalan menyeluruh (*failure*) pada rangka atap.

Beranjak dari hal – hal permasalahan yang ditemukan di atas, maka skripsi ini disusun sebagai masukan dalam pelaksanaan konstruksi baja ringan untuk rangka kuda - kuda rumah tinggal tipe *Howe – gabled* dan tipe *Simple Fink* dengan tipe profil yang ada di pasaran seperti profil Canal (C) dan profil Z. Khususnya untuk melakukan pembahasan mengenai perbandingan kekuatan rangka kuda - kuda baja ringan antara kedua tipe tersebut.

1.2 TUJUAN

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

- a. Mempelajari perbandingan kekuatan kuda – kuda atap baja ringan tipe *Howe* dan *Simple Fink* pada rumah tinggal dengan menggunakan 2 profil yang berbeda yaitu C dan Z terhadap variasi bentangan, jarak antar kuda – kuda, dan jenis penutup atap baik itu genteng maupun metal roof.

- b. Memberikan panduan bagi masyarakat awam bagaimana bentuk desain kuda – kuda baja ringan yang aman.

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yaitu :

- a. Desain yang dilakukan adalah desain kuda – kuda untuk rumah tinggal.
- b. Material profil yang digunakan yaitu tipe C dan Z yang diproduksi oleh PT.Bluescope dan PT. One Two Truss. Profil Z mengalami modifikasi dapat dilihat pada bab 3.
- c. Tipe kuda – kuda yang digunakan adalah tipe kuda – kuda *Howe* dan *Simple Fink*
- d. Penutup atap yang digunakan adalah genteng dan *metal roof*
- e. Bentangan kuda – kuda yang diteliti adalah 5m, 6m, 7m, dan 8m
- f. Jarak antar kuda – kuda yang digunakan : 1m; 1,5m; 2m; 2,5 m
- g. Beban pekerja yang dimasukkan sebanyak 9 orang yang bekerja pada titik buhul pada tempat yang ditentukan pada desain kuda - kuda
- h. Desain ikatan angin / *diagonal web bracing* yang dibuat sesuai dengan contoh permodelan kuda – kuda yang ditunjukkan pada bab 3
- i. Desain dari penutup atap baik itu *metal roof* maupun genteng tidak dimodelkan hanya dimasukkan sebagai beban. Sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap kekakuan rangka kuda - kuda

1.4 HIPOTESA

Parameter berupa jenis profil, jarak antar kuda – kuda, bentangan kuda – kuda, dan jenis penutup atap akan mempengaruhi nilai R dan lendutan yang dihasilkan dari kuda – kuda

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi penelitian sebagai berikut :

- a. Melakukan permodelan kuda – kuda baja ringan dan melakukan analisis dengan program SAP
- b. Membandingkan nilai R maupun nilai lendutan yang diperoleh dari masing – masing permodelan kuda – kuda.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab 1 terdapat pembahasan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, hipotesa, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan

BAB 2 STUDI LITERATUR

Dalam bab 2 berisi mengenai studi literatur mengenai baja ringan, proses pembentukannya, tipe – tipe rangka kuda – kuda dan bagian- bagiannya, perhitungan kekuatan *nominal capacity* dari baja ringan, dan data – data profil baja ringan tipe C dan Z dari PT.Bluescope dan PT. One Two Truss

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab 3 berisi mengenai metodologi dalam penelitian ini. Dijelaskan pula mengenai langkah – langkah yang dalam proses penginputan data hingga proses desain rangka kuda – kuda

BAB 4 ANALISIS DATA

Dalam bab 4 berisi tampilan hasil output yang dihasilkan oleh program SAP 2000 beserta grafik – grafik yang digunakan dalam menginterpretasikan data yang diperoleh

BAB 5 PENUTUP

Dalam bab 5 berisi kesimpulan dan saran mengenai desain rangka kuda – kuda dengan profil baja ringan dengan tipe C dan Z

DAFTAR REFERENSI

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 BAJA RINGAN

Dalam suatu konstruksi gedung dengan menggunakan material baja terdapat dua garis besar penggunaan baja struktural. Pertama yang dikenal dengan *hot rolled shape* dan *member built up of plates*. Selain 2 jenis material baja tersebut, terdapat pula material baja lainnya yang kurang familiar namun sering digunakan saat ini adalah penggunaan baja ringan / *cold formed steel*. Ketebalan dari *steel sheets* atau *strip* yang sering digunakan pada struktur baja ringan berkisar dari 0,0149 in (0,4 mm) hingga ¼ in (6,4 mm). (Wei Wen Yu,2000,p. 1)

Baja ringan banyak digunakan dalam berbagai hal yaitu penggunaan pada rangka kendaraan, beberapa jenis peralatan, rak – rak penyimpanan, tower – tower transmisi, kabel transmisi, fasilitas drainase, konstruksi jembatan, dan konstruksi gedung.

Kelebihan – kelebihan yang dimiliki baja ringan :

a. Dalam hal Konstruksi :

- Dibandingkan dengan *hot rolled shape*, baja ringan dapat dibuat dengan massa yang lebih ringan dan diproduksi dengan bentuk yang pendek
- Bagian – bagian potongan yang tidak lazim dapat diproduksi secara ekonomis dengan proses pembuatan baja ringan. Sehingga rasio perbandingan kekuatan terhadap massa dari material baja ringan dapat sesuai dengan yang diinginkan
- *Nestable sections* dapat diproduksi, yang memungkinkan untuk mempermudah *compact packaging* dan *shipping* dari material
- *Load carrying panels* dan *deck* dapat memberikan permukaan yang berguna untuk lantai, atap, dan konstruksi dinding, pada beberapa kasus lainnya menyediakan tempat untuk meletakkan kabel elektrik

- *Load carrying panels* dan *deck* tidak hanya memberikan tahanan terhadap beban normal yang berada di permukaannya. Namun dapat pula memberikan tahanan terhadap gaya geser jika terhubung baik dengan rangka struktural.
- b. Kelebihan baja ringan dibandingkan dengan penggunaan material kayu
- Massa yang ringan
- Memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi
 - Kemudahan dalam fabrikasi dan produksi dalam jumlah banyak
 - Kemudahan dalam pemasangan
 - Tahan terhadap cuaca
 - Detail – detail lebih akurat
 - Tidak mengalami penyusutan dan rangkai pada perbedaan temperatur yang terjadi
 - Tidak membutuhkan pemasangan bekisiting
 - Tahan terhadap rayap
 - Kualitasnya sama pada keseluruhan material. Tidak mengalami perbedaan seperti pada material kayu yang bergantung pada arah seratnya
 - Ekonomis dalam hal transportasi dan penanganan
 - Merupakan material yang dapat didaur ulang (*recyclable material*)

Tipe dari potongan baja ringan dan aplikasinya

1. Rangka struktural (*Individual structural framing members*)

Pada jenis rangka struktural baja ringan profil atau bentuk yang sering digunakan adalah profil *channel* (C - section), profil Z, *angle*, profil I, profil T, dan profil pipa (*tubular member*). Secara umum tinggi dari sebuah rangka struktural baja ringan berkisar dari 2 hingga 12 in (51 hingga 305 mm). Sedangkan untuk ketebalan dari materialnya berkisar antara 0,048 hingga ¼ in (1,2 hingga 6,4mm)

Adapun fungsi dari tipe rangka struktural ini adalah untuk menahan beban, memberikan kekuatan struktural, dan kekakuan yang menjadi pertimbangan pertama dalam sebuah desain. (Wei Wen Yu,2000,p. 4)

Universitas Indonesia

2. Panel dan Deck

Penggunaan panel dan deck sering digunakan pada atap, lantai, panel dinding, dan jembatan. Ketinggian dari panel biasanya berkisar antara 1½ hingga 7½ in (38 hingga 191 mm) dan ketebalan material berkisar antara 0,018 hingga 0,075in (0,5 hingga 1,9 mm).

Kegunaan dari penggunaan panel dan deck ini memberikan ketahanan structural untuk memikul beban, menyediakan permukaan yang di mana lantai, atap, dan beton dapat dicor atau dipasang, menyediakan ruang untuk pemasangan kabel elektrik, serta ruang untuk pemasangan absorpsi suara. Penggunaan deck juga tidak hanya digunakan sebagai bekisting namun bersifat sebagai penguat (*reinforcement*) dari sebuah lantai komposit beton dan pelat dari atap.

2.2 METODE PEMBENTUKAN BAJA RINGAN

2.2.1 Cold Roll Forming

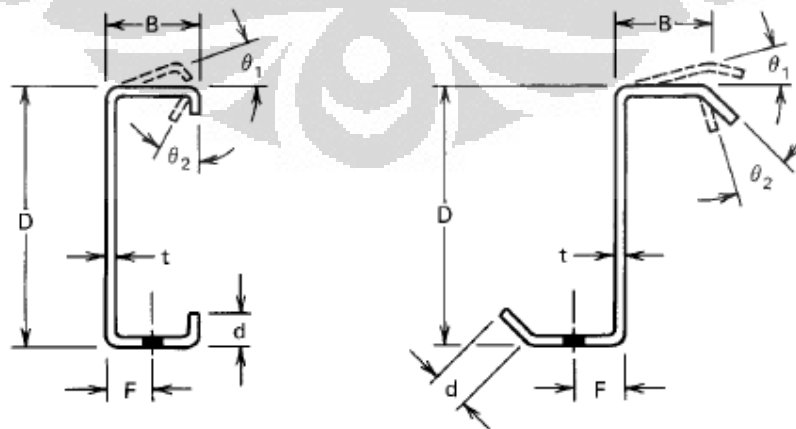
Metode dari Cold Roll Forming ini telah digunakan untuk memproduksi rangka structural, atap, lantai, dan panel dinding. Metode ini menggunakan material *strip* selebar 36 in (915mm) dan gulungan / *coil* sepanjang 3000ft (915m) yang dapat diproduksi secara ekonomis dengan proses *cold roll forming*.

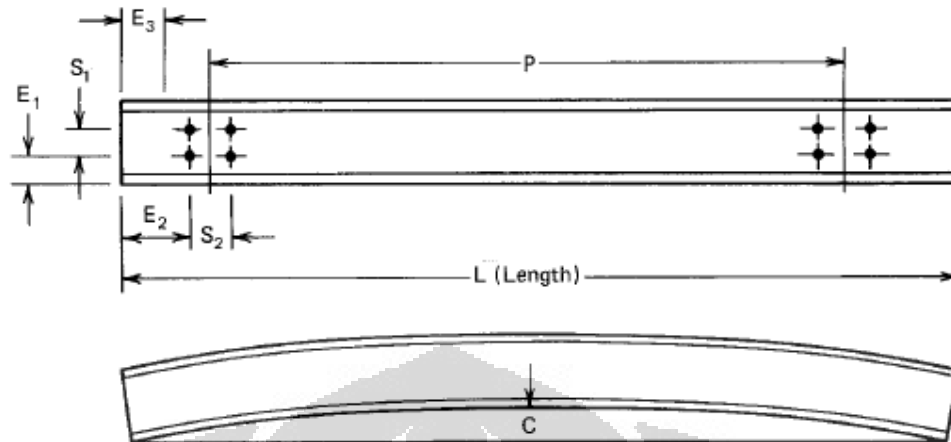
Mesin yang digunakan dalam proses ini terdiri dari beberapa roll yang secara cepat membentuk material *strip* yang ada menjadi bentuk yang diinginkan. Pada bagian yang sulit dapat digunakan lebih dari 15 jenis roll. Kecepatan dari proses roll berkisar antara 20 - 300 ft/menit (6 - 92 meter / menit). Kecepatan rata – rata berkisar antara 75 - 150 ft /menit (23 - 45 meter/menit). Setelah proses roll selesai dilakukan pemotongan dengan panjang potongan yang berkisar antara 20 – 40 ft (6 – 12 meter).

Adapun batasan dari material yang digunakan adalah material yang terbuat dari carbon steel plate setebal ¾ in (19mm) dan stainless steel yang dapat dibuat menjadi baja ringan dengan ketebalan 0,006 – 0,3 in (0,2 – 7,6 mm). Toleransi dari proses *roll forming* biasanya dipengaruhi oleh ukuran penampang, tipe produk, dan ketebalan material. (Wei Wen Yu,2000,p. 18)

Tabel 2.1 Tabel toleransi dalam fabrikasi

Dimensi	Toleransi, in	
	+	-
Geometri		
D	3/16	3/16
B	3/16	3/16
D	3/8	1/8
θ_1	3°	3°
θ_2	5°	5°
Hole Location		
E1	1/8	1/8
E2	1/8	1/8
E3	1/8	1/8
S1	1/16	1/16
S2	1/16	1/16
F	1/8	1/8
P	1/8	1/8
L	1/8	1/8
Chamber C	$\frac{1}{4} \left(\frac{L f t}{10} \right) . in$	
Ketebalan minimum	0,95 x design t	



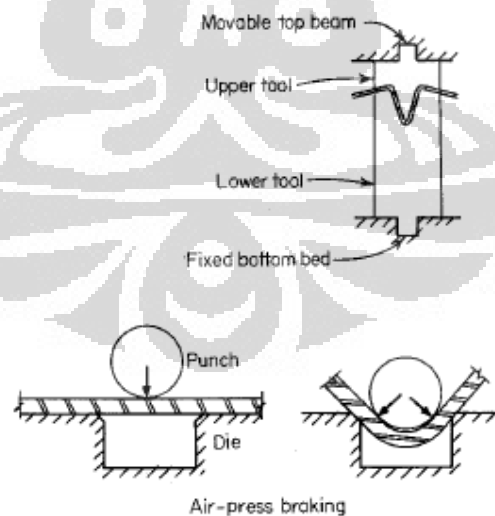


Gambar 2.1 Keterangan simbol yang digunakan dalam Tabel 2.1

2.2.2 Press Brake Operation

Metode dengan *press brake operation* ini dapat digunakan dengan kondisi

- Penampang yang digunakan adalah penampang sederhana
- Jumlah yang dibutuhkan kurang dari 300 linear ft / menit (91,5 meter/menit)
- Penampang diproduksi dengan lebar (biasanya lebih dari 18 in (457 mm) untuk atap dan *decking*)



Gambar 2.2 Metode *Press Brake Operation*

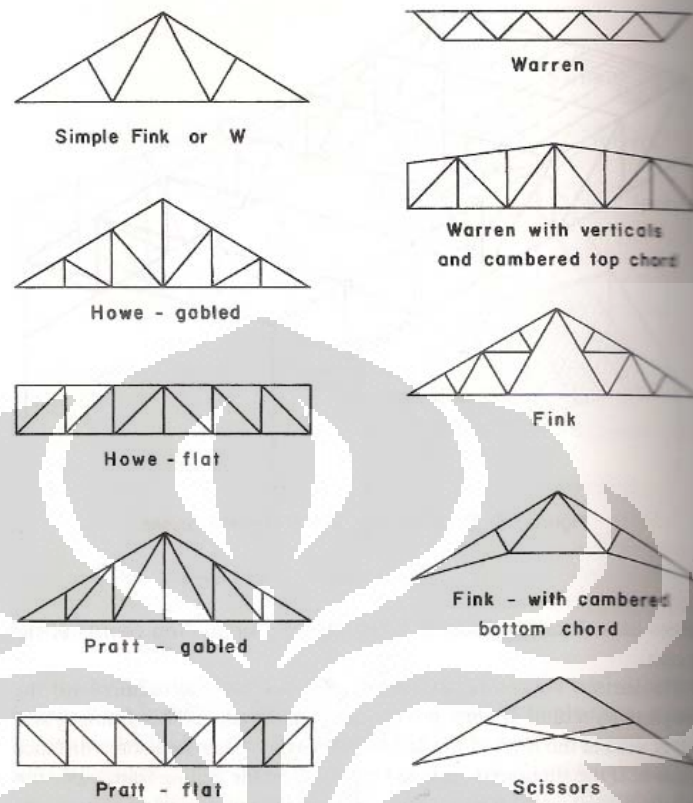
2.3 DESAIN KUDA – KUDA DENGAN PROFIL BAJA RINGAN

Kuda – kuda atap merupakan bagian rangka struktural yang berguna untuk menyokong beban – beban yang ada di atap. Beban – beban tersebut seperti beban hujan, beban angin, beban pekerja, beban material penutup atap, dan beban salju (pada negara yang memiliki 4 musim).

Dalam melakukan desain rangka kuda – kuda dengan menggunakan profil baja ringan, terdapat bagian yang lebih kompleks dibandingkan dengan penggunaan profil dari kayu. Hal ini disebabkan ketebalan baja ringan yang tipis yang berkisar antara 1,2 hingga 6,4 mm menyebabkan profil baja ringan rentan mengalami *buckling* atau tekuk. Oleh karena itu, dalam desain kuda – kuda baja ringan digunakan *bracing* atau pengaku. *Bracing* ini berguna sebagai pengaku untuk menghindari terjadinya tekuk pada profil baja ringan sehingga diharapkan profil tersebut dapat menahan gaya sesuai dengan kapasitas kekuatan leleh dari materialnya. Penggunaan *bracing* pada tempat yang kurang tepat dan sedikitnya penggunaan *bracing* dapat menyebabkan terjadinya tekuk yang berakibat terjadinya keruntuhan pada rangka kuda – kuda atap yang digunakan.

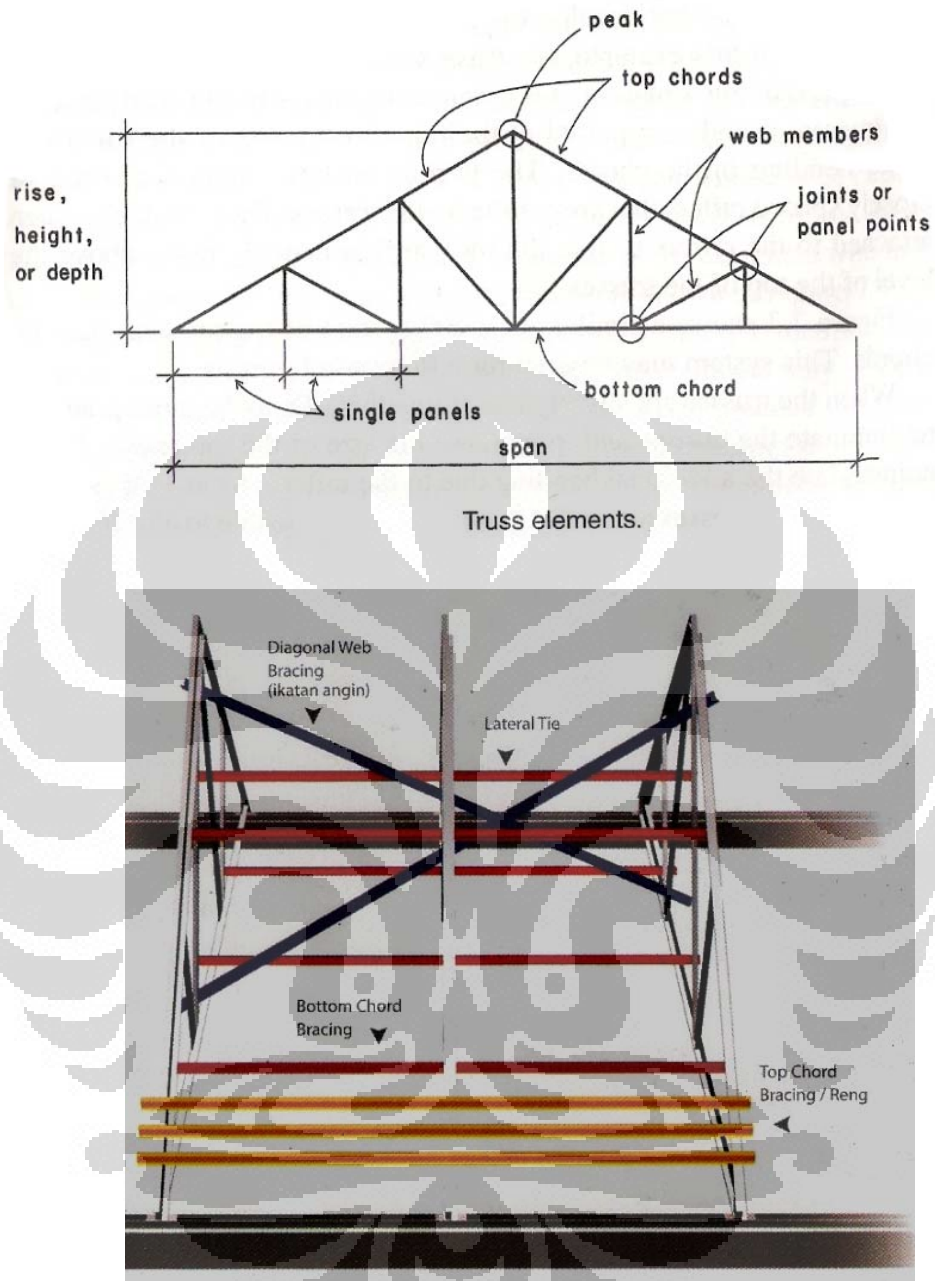
Sebelum dilakukan pembahasan lebih jauh mengenai bagian dari rangka kuda – kuda atap akan dibahas terlebih dahulu mengenai tipe rangka yang ada dan umum digunakan saat ini yaitu :

- Tipe Simple Fink atau W
- Tipe Howe – gabled
- Tipe Howe – flat
- Tipe Pratt – gabled
- Tipe Pratt – flat
- Warren
- *Warren with verticals and cambered top chord*
- Fink
- *Fink – with cambered bottom chord*
- Scissors



Gambar 2.3 Tipe rangka kuda – kuda yang umum digunakan

Pemilihan dari model rangka kuda – kuda yang digunakan akan dipengaruhi oleh bentangan, sudut kemiringan atap, dan tinggi dari rangka kuda – kuda. Tinggi rangka akan sangat bergantung pada pemilihan jenis model kuda - kuda dan sudut kemiringan. Hal ini tentunya akan berdampak terhadap banyak sedikitnya material digunakan yang berpengaruh pada biaya yang akan dikeluarkan.



Gambar 2.4: Bagian dalam rangka kuda – kuda atap baja ringan

Bagian profil pada rangka kuda – kuda dengan menggunakan material baja ringan yaitu :

a. Gording (*Purlin*)

Merupakan rangka struktural yang fungsinya sebagai penyokong dari gaya – gaya atau beban yang terjadi pada kuda – kuda. Beban – beban yang ada

disalurkan ke perletakkan yang ada di masing – masing ujung kuda – kuda. Pada rangka kuda – kuda dengan material kayu digunakan pula gording. Sehingga kegunaannya yaitu untuk menahan gaya tarik dan tekan yang diakibatkan oleh beban – beban atau gaya – gaya yang terjadi.

b. Diagonal Web Bracing

Diagonal web bracing ini fungsinya sebagai pengekang atau pengaku rangka – rangka struktural dalam arah diagonal. Sering disebut pula sebagai ikatan angin.

c. Lateral Tie

Lateral Tie memiliki fungsi sebagai pengaku atau pengekang dalam arah lateral

d. Bottom Chord Bracing

Bottom chord bracing memiliki fungsi sebagai pengaku atau pengekang pada batang bawah dari rangka kuda – kuda.

e. Top Chord Bracing (Reng)

Top chord bracing yaitu sebagai pengaku atau pengekang batang gording sehingga memberikan kekakuan yang lebih terhadap profil baja ringan terhadap kerentanan akan terjadinya tekuk akibat ada gaya tekan yang terjadi. *Top chord bracing* sering pula diaplikasikan dengan penggunaan deck sehingga memberikan kekakuan yang lebih terhadap batang gording.

2.4 DATA PROFIL BAJA RINGAN YANG TERDAPAT DI INDONESIA

Di Indonesia terdapat 3 perusahaan supplier besar yang menyuplai kebutuhan baja ringan. Yang dimana ketiga perusahaan memiliki jenis dan karakteristik profil yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya. Ketiga jenis produsen supplier baja ringan yaitu :

2.4.1 PT Bluescope Lysaght

PT Bluescope Lysaght merupakan bagian dari PT Bluescope Lysaght global yang tergabung dalam Bluescope Steel Limited yang berpusat di Australia. PT Bluescope Lysaght Indonesia telah beroperasi di Indonesia sejak tahun 1973 sehingga merupakan pemain lama dalam hal penyuplai kebutuhan baja ringan. Adapun beberapa produk unggulan PT BlueScope Lysaght Indonesia antara lain:

- Roofing & Walling : LYSAGHT KLIP-LOK[®], LYSAGHT TRIMDEK[®], LYSAGHT SPANDEK[®], LYSAGHT CUSTOM ORB[®], LYSAGHT V-CRIMP[®], LYSAGHT SPANDEK[®] II & LYSAGHT AUSDEK[®]
- PEB System : LYSAGHT[®] PROBUILD[™], LYSAGHT[®] SMARTLITE[™]
- Framing & Trusses : LYSAGHT SMARTRUSS[®], LYSAGHT SMARTFRAME[®], LYSAGHT SUPERTRUSS[™]
- Purlin & Girts : LYSAGHT[®] Zeds PURLIN and LYSAGHT[®] Cees PURLIN
- Structural Decking : LYSAGHT[®] SMARTDEK[™]

Seluruh produk PT BlueScope Steel Lysaght Indonesia terbuat dari *ZINCALUME steel* yang terkenal kekuatannya. *ZINCALUME steel* adalah baja dengan lapisan yang terdiri dari perpaduan antara 43.5% Seng, 55% Aluminium dan 1.5% Silikon sebagai lapis pelindung terhadap korosi yang tinggi. Ketahanan *ZINCALUME* terhadap korosi empat sampai lima kali dibanding baja galvanisasi lain.

Cleam COLORBOND adalah baja berwarna dengan bahan dasar *ZINCALUME*. Penggunaan sistem pengecatan dan lapisan primer yang bermutu tinggi pada *ZINCALUME* meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan menjamin mutu cat.

Salah satu produk baja ringan yang dikeluarkan oleh PT Bluescope Lysaght dalam hal untuk desain rangka kuda – kuda yaitu :

LYSAGHT SMARTRUSS menawarkan sistem yang tahan lama, kokoh serta stabil dan nyaman dengan biaya efektif, juga pengiriman serta pemasangan di tempat yang cepat dan mudah.

Aplikasi:

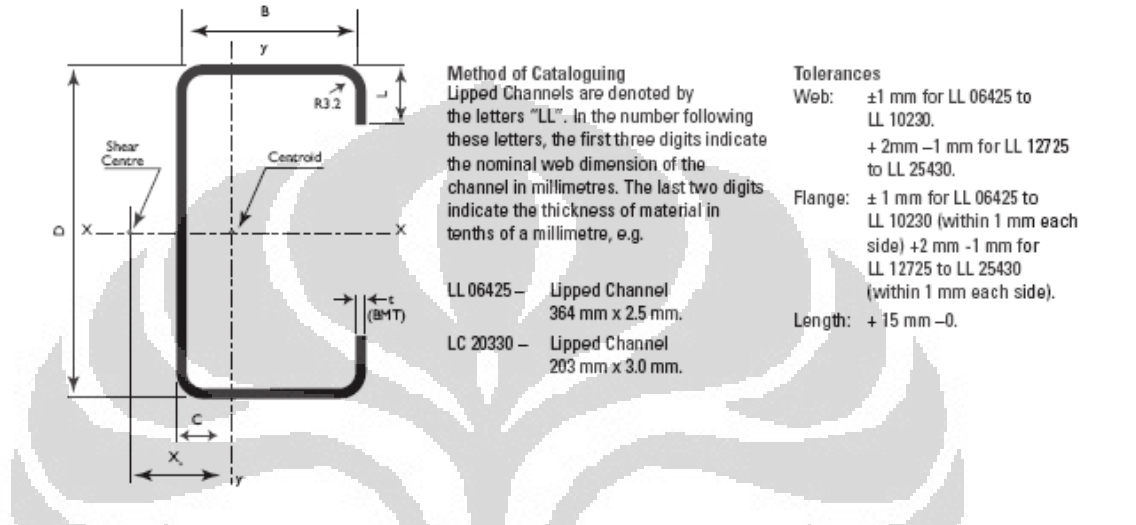
Penyangga atap baja ini banyak digunakan dalam proyek bangunan perumahan, komersial dan gedung-gedung umum.

Solusi yang cepat, efisien dan dirancang-bangun dengan baik:

- Dirancang dan diuji sesuai dengan standar Australia.
- Didukung oleh perangkat lunak *LYSAGHT SUPRACADD* yang merancang rangka atap serta menyediakan pembuatan oleh pabrik resmi.
- Tidak akan bengkok, terpilin, mengerut, lapuk dan tanpa kelemahan permanen seperti simpul atau retak.
- Mengurangi memanggil kembali pembangun, tanpa penyusutan, tak ada paku yang terlepas atau dinding, langit-langit atau atap yang bergelombang.
- Tahan rayap dan serangga.
- Tahan api, tidak mudah terbakar.
- Tak ada atap yang turun, permukaan tepi yang dibuat melengkung menjadikan genteng tak lagi bergelombang.
- Rangka mudah didirikan, ringan dan akurat sangat aman dan mudah ditangani serta dibaut di tempat.

- o Disain yang fleksibel karena rasio kekuatan tinggi dan beratnya memberi rentang lebih besar, lebih sedikit penyangga untuk metode bangunan tradisional.

Tabel 2.2 Brosur Katalog Profil Baja Ringan Bluescope



Lipped Channels — Dimensions and Properties of Full Unreduced Sections										
Catalogue No.	Nominal Dimensions				Section Area	Mass		Second Moment of Area		Centroid c
	D	B	L	t		Galv.	Black	I _x	I _y	
mm					mm ²	kg/m		10 ⁶ mm ⁴		mm
LL06425	64	38	13	2.5	363	2.90	2.85	0.2280	0.0680	14.2
LL07610	76	44	11	1.0	175	1.43	1.37	0.1682	0.0464	15.3
LL07625	76	44	16	2.5	438	3.49	3.44	0.3920	0.1156	16.7
LL10225	102	51	18	2.5	550	4.39	4.32	0.8870	0.1980	18.2
LL10230	102	51	19	3.0	660	5.25	5.18	1.0450	0.2370	18.6
LL12725	127	51	18	2.5	612	4.89	4.81	1.4870	0.2140	16.5
LL12730	127	51	19	3.0	735	5.85	5.77	1.7600	0.2570	16.9
LL15230	152	64	21	3.0	900	7.16	7.07	3.1800	0.4980	20.9
LL20330	203	76	24	3.0	1140	9.07	8.95	7.1150	0.8750	23.1

Section Modulus			Radius of Gyration		Column Properties				
Z _x	Z _y	Z _{y red}	r _x	r _y	Q	x ₀	J	I _v	B _y
10 ³ mm ³			mm		—	mm	mm ⁴	10 ⁶ mm ⁴	mm
7.11	2.86	2.86	25.1	13.7	1.0000	-34.0	755	64.51	182.4
4.43	1.62	1.41	31.0	16.3	0.0838	-37.5	58.3	57.77	211.0
10.30	4.23	4.23	29.9	16.3	1.0000	-39.9	911	163.4	212.0
17.40	6.05	6.05	40.2	19.0	0.9830	-44.3	1146	478.9	258.0
20.50	7.32	7.32	39.8	18.9	1.0000	-44.9	1980	589.8	257.0
23.40	6.22	6.22	49.3	18.7	0.9150	-40.9	1276	745.6	293.0
27.70	7.53	7.53	48.9	18.7	0.9670	-41.4	2205	910.8	292.0
41.80	11.55	11.55	59.4	23.5	0.9150	-51.4	2700	2470	354.0
70.10	16.54	16.54	79.0	27.7	0.8230	-57.7	3420	7439	458.0

Sambungan yang digunakan oleh PT.Bluescope Lysaght yaitu :

1. Baut



Gambar 2.5 Baut PT.Bluescope

Dengan ukuran

a. M12

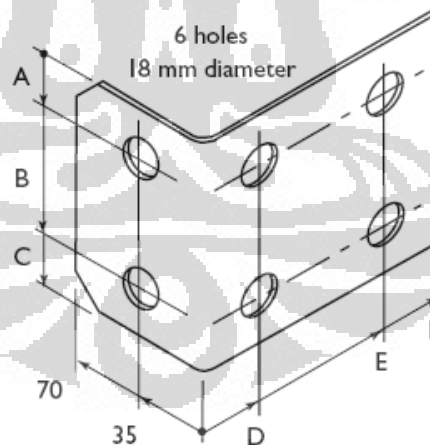
PB1230 *Lysaght standard purlin bolt* yaitu baut dengan grade 4,6 dengan ukuran M12 x 30 mm dengan mur

PB1230 HS *Lysaght high strength purlin bolt* grade 8,8 dengan ukuran M12 x 30 mm dengan mur

b. M16

PB1645 *Lysaght standard purlin bolt* dengan grade 4,6 dengan ukuran M16 x 45 mm dengan mur

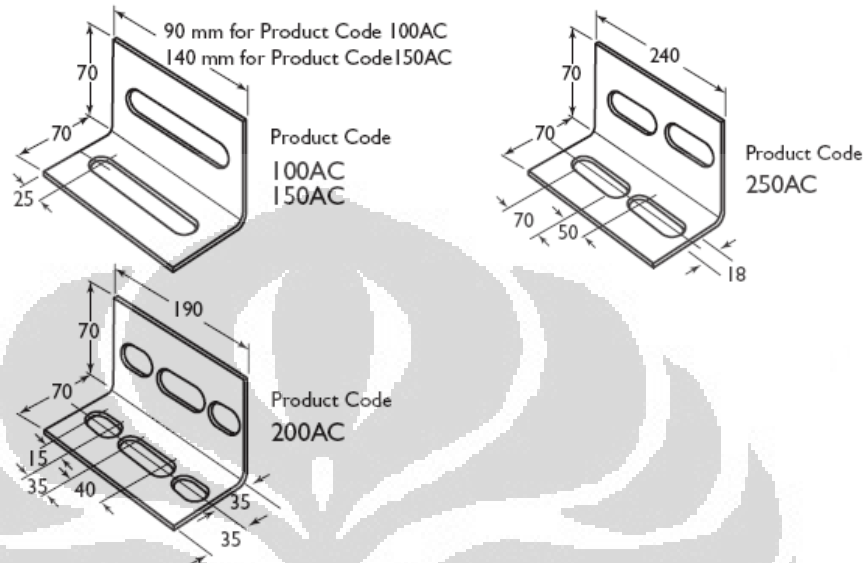
2. General Purpose Bracket



Product Code	A	B	C	D	E	F
100GPB	13	53	66	30	84	115
150GPB	22.5	82.5	105	30	97	125
200GPB	22	132	154	36	109	136
250GPB	20	180	200	36	109	136

Gambar 2.6: General Purpose Bracket

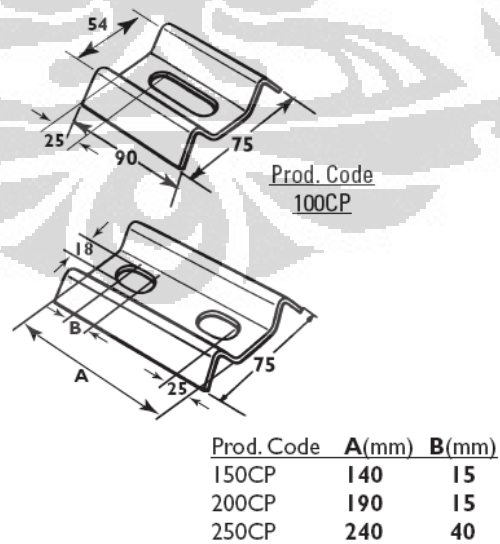
3. *Angle Connectors* untuk menyambungkan antara penampang dengan ukuran yang sama atau penyambungan dengan ukuran penampang yang lebih kecil



Gambar 2.7 : *Angle Connector*

4. *Clamp Plate*

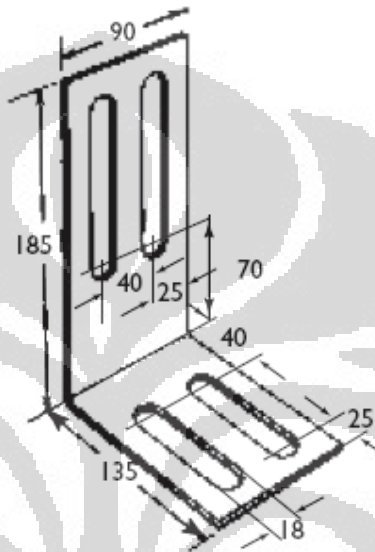
Digunakan bersama dengan penggunaan *angle connector* dan *racking girt bracket* untuk menyambung pada punggung dari profil gording C



Gambar 2.8 *Clamp Plate*

5. Racking girt bracket

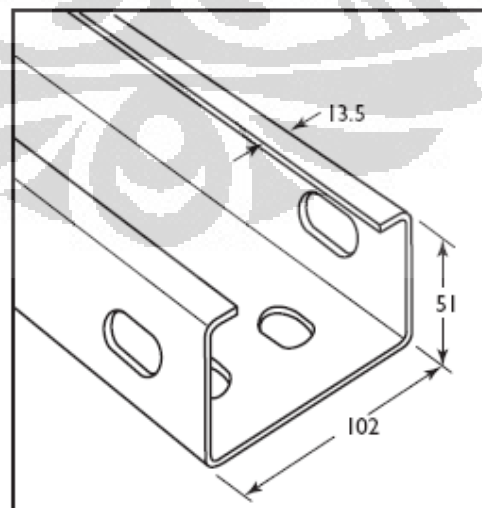
Digunakan untuk menyambung pada ujung dari Racking Girt ke Fascia. Bracket yang digunakan pada sudut yang tepat dan dibentuk di lapangan dengan menggunakan erector untuk menyesuaikan dengan sudut kemiringan atap



Gambar 2.9: Racking girt bracket

6. Racking Girt

Salah satu contoh bentuk racking girt pada ujung dari profil baja ringan.



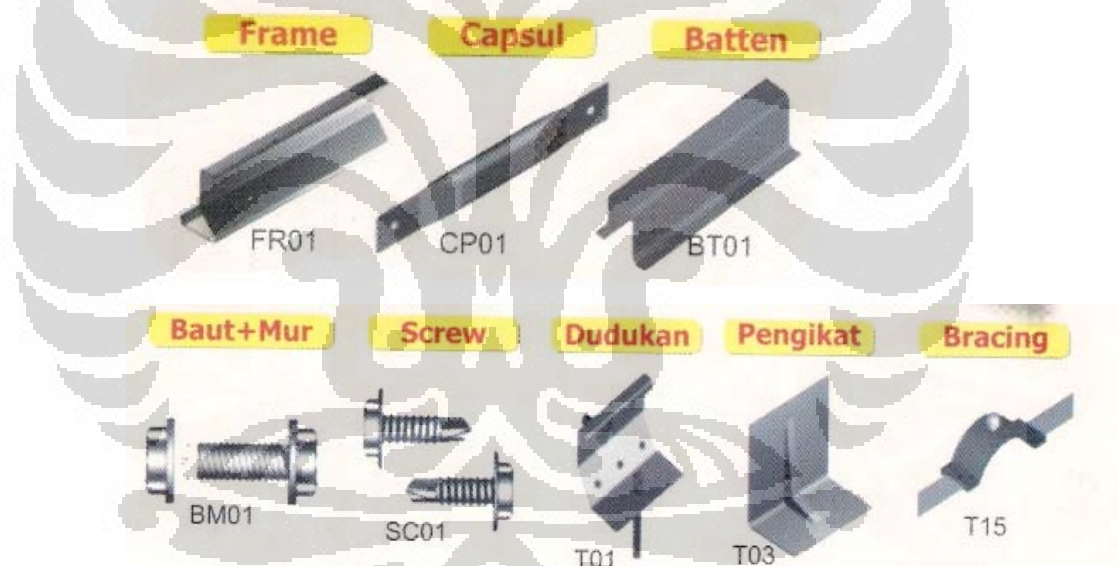
Gambar 2.10: Racking Girt

2.4.2 PT. One Two Truss

Merupakan salah satu supplier baja ringan di Indonesia yang menyuplai kebutuhan baja ringan untuk kebutuhan konstruksi khususnya untuk kebutuhan baja ringan untuk rangka kuda – kuda. Profil yang digunakan oleh PT. One Two Truss memiliki perbedaan dengan profil baja ringan yang umumnya digunakan oleh perusahaan penyuplai baja ringan lainnya yaitu dengan menggunakan profil S dengan profil capsul sebagai webnya.

Spesifikasi Bahan yang dimiliki :

- Bahan Zincallum G550 dengan mutu coating AZ 150
- Profil Frame dengan tipe S
- Profil Cremona (web) dengan tipe capsul
- Penyambungan dengan menggunakan sistem baut dan mur



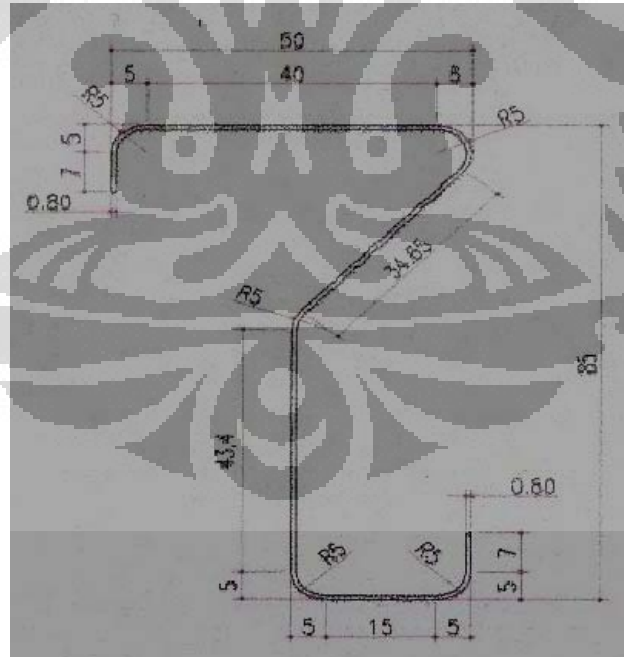
Gambar 2.11 Gambar Profil Baja Ringan PT One Two Truss

Profil Baja ringan PT One Two Truss

1. Frame

Tabel 2.3 Tabel Profil Frame PT. One Two Truss

Berat Material	1,05777903	Kg/m ³
Luas penampang	137,3739	mm ²
Tinggi penampang	85	mm
Tebal penampang vertical	0,75	mm
Lebar penampang	50	mm
Tebal penampang horizontal	0,75	mm
Momen Inersia sb z local	23988,23	mm ⁴
Momen inersia sb y local	145297,2	mm ⁴
Konstanta Torsi	27,34421	
Luas Geser Penampang Sb y Lokal	50,36901	mm ²
Luas geser penampang sb z local	47,40457	mm ²

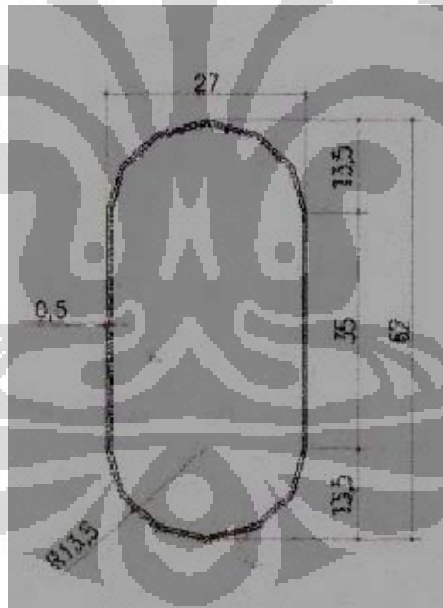


Gambar 2.12 : Profil Frame PT. One Two Truss

2. Profil Capsul

Tabel 2.4 : Tabel Profil Capsul PT. One Two Truss

Berat Material	0,59001712	Kg/m'
Luas penampang	76,6256	mm ²
Tinggi penampang	62	mm
Tebal penampang vertical	0,5	mm
Lebar penampang	27	mm
Tebal penampang horizontal	0,5	mm
Momen Inersia sb z local	9800,23	mm ⁴
Momen inersia sb y local	32265,53	mm ⁴
Konstanta Torsi	28554,18	
Luas Geser Penampang Sb y Lokal	18,8269	mm ²
Luas geser penampang sb z local	56,10374	mm ²

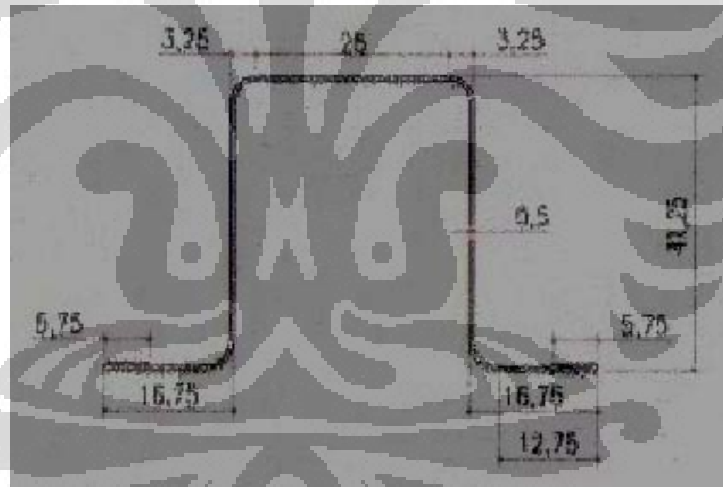


Gambar 2.13 : Profil Capsul

3. Batten / reng

Tabel 2.5 : Tabel Profil Batten/ Reng PT.One Two Truss

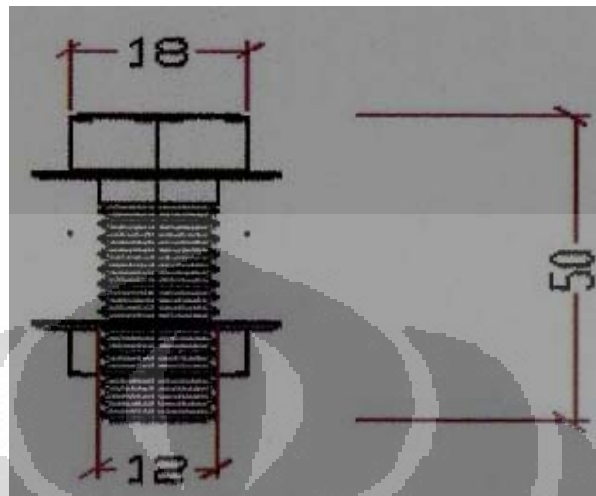
Berat Material	0,86113027	Kg/m'
Luas penampang	111,8351	mm ²
Tinggi penampang	41,25	mm
Tebal penampang vertical	0,75	mm
Lebar penampang	65	mm
Tebal penampang horizontal	0,75	mm
Momen Inersia sb z local	35879,89	mm ⁴
Momen inersia sb y local	28633,1	mm ⁴
Konstanta Torsi	30,20229	
Luas Geser Penampang Sb y Lokal	17,15308	mm ²
Luas geser penampang sb z local	51,87157	mm ²



Gambar 2.14: Profil Batten / Reng

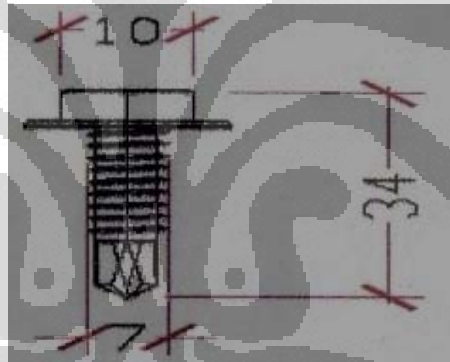
Connector PT. One Two Truss

1. Baut



Gambar 2.15: Baut PT. One Two Truss

2. Screw / Sekrup



Gambar 2.16 : Sekrup PT. One Two Truss

2.5 KRITERIA DESAIN

Dalam suatu desain rangka kuda – kuda dengan menggunakan profil baja ringan, berbagai kriteria desain harus terpenuhi. Kriteria – kriteria desain tersebut adalah kemampuan menahan momen dan kekakuan dari rangka struktural. Pada banyak kasus ditemukan, momen inersia penampang tidaklah konstan tetapi bervariasi sepanjang bentang berdasarkan noncompact dari penampang yang tipis dan variasi dari diagram momen.

2.5.1 BENDING STRENGTH

Dalam melakukan desain sebuah batang lentur, kemampuan menahan lentur harus terpenuhi dan harus terpenuhi pula batasan defleksi yang terjadi.

Dengan menggunakan metode LRFD

Kemampuan dari suatu batang menahan lentur dapat dituliskan :

$$M_u \leq \phi_b M_n \quad (2.1)$$

Keterangan :

M_u = Kekuatan lentur yang dibutuhkan atau momen lentur dari perhitungan LRFD dengan beban terfaktor

ϕ_b = faktor resistansi untuk mengurangi kekuatan lentur atau momen lentur
= 0,95 untuk batang – batang lentur dengan pengaku atau sebagian pengaku pada compression flange.

= 0,9 untuk batang lentur tanpa pengaku pada compression flanges, kekuatan nominal Lateral Torsional Buckling, kekuatan penampang dari balok yang memiliki flange dipasang ke deck.

$\phi_b M_n$ = Kekuatan lentur desain

M_n = kekuatan nominal lentur atau momen terkecil yang ditentukan dari 4 desain kriteria :

- o Kekuatan penampang atau momen lentur dari potongan penampang
- o Kekuatan Lateral Torsional Buckling
- o Kekuatan penampang dari balok yang memiliki satu *flange* dipasang ke deck
- o Kekuatan penampang dari balok dengan satu *flange* dipasang ke sistem atap.

Perhitungan nilai Mn dari masing – masing desain kriteria

Kriteria I: Kekuatan penampang atau momen lentur dari potongan penampang

Berdasarkan spesifikasi dari AISI terdapat dua prosedur yaitu prosedur pertama yang berdasarkan pada permulaan dari awal leleh (*Initiation of Yielding*) dan prosedur kedua berdasarkan *Inelastic Reserve Capacity*

Prosedur pertama *Initiation of Yielding*

$$M_n = M_y = S_e \cdot F_y \quad (2.2)$$

Keterangan :

F_y = desain tegangan leleh

S_e = Modulus penampang elastic dari penampang efektif yang dihitung dengan extreme compression atau tension fiber saat F_y

Prosedur kedua : *Inelastic Reserve Capacity of Beams*

Perhitungan nilai Mn terbagi dengan 2 kondisi :

a. Kondisi I : *Sections with Yielded Tension Flange at Nominal Moment*

$$M_n = F_y \cdot t \left[b_c y_c + 2 y_{cp} \left(y_p + \frac{y_{cp}}{2} \right) + \frac{4}{3} (y_p)^2 + 2 y_{tp} \left(y_p + \frac{y_{tp}}{2} \right) + b_y y_t \right] \quad (2.3)$$

Keterangan :

$$y_c = \frac{b_t - b_c + 2d}{4} \quad (2.4)$$

$$y_t = d - y_c \quad (2.5)$$

$$y_p = \frac{y_c}{\epsilon_{cu} / \epsilon_y} \quad (2.6)$$

$$y_{cp} = y_c - y_p \quad (2.7)$$

$$y_{tp} = y_t - y_p \quad (2.8)$$

b. Kondisi II : *Sections with Tension Flange Not Yielded at Nominal Moment*

$$M_n = F_y t \left[b_c y_c + 2 y_{cp} \left(y_p + \frac{y_{cp}}{2} \right) + \frac{2}{3} (y_p)^2 + \frac{2}{3} (y_t)^2 \left(\frac{\sigma_t}{F_y} \right) + b_y y_t \left(\frac{\sigma_t}{F_y} \right) \right] \quad (2.9)$$

Keterangan :

$$\sigma_t = \frac{F_y C_y y_t}{y_c} \quad (2.10)$$

Kriteria II : Lateral Torsional Buckling Strength

$$M_n = M_c \left(\frac{S_c}{S_f} \right) \quad (2.11)$$

Keterangan :

M_c = elastic atau inelastic critical moment yang terjadi

S_c = Modulus penampang elastis pada penampang efektif yang dihitung pada tegangan M_c/S_f di dalam serat tekan dalam kondisi ekstrim

S_f = Modulus penampang elastis dari penampang yang tidak direduksi untuk kondisi serat tekan ekstrim

Kriteria III : Beams Having One Flange Through Fastened to Deck or Sheating

$$M_n = R S_e F_y \quad (2.12)$$

Dimana nilai $R = 0,6$ untuk bentang menerus dengan profil C

$R = 0,7$ untuk bentang menerus dengan profil Z

Kriteria IV : Beams Having One Flange Fastened to a Standing Seam Roof System

$$M_n = R S_e F_y \quad (2.13)$$

Keterangan :

F_y = desain tegangan leleh

S_e = Modulus penampang elastic dari penampang efektif yang dihitung dengan extreme compression atau tension fiber saat F_y

2.5.2 AXIAL LOAD STRENGTH

Dalam perhitungan suatu desain beban axial sebuah rangka perlu diperhitungkan pengaruh dari tekuk local. Khususnya pada material baja ringan yang memiliki kerentanan yang besar terhadap terjadinya tekuk local pada *web* maupun *flange* akibat memiliki ketebalan yang tipis.

Cara perhitungan axial load strength yaitu :

A. Metode Unified Approach

Metode yang digunakan pertama kali untuk menghitung kekuatan axial dari suatu profil penampang baja ringan namun terbatas pada elemen dengan pengaku dengan rasio lebar / tebal < 100 .

Perhitungan untuk *axial load strength* pada batang pendek yang memiliki profil kompak akan mengalami kegagalan leleh dibandingkan kegagalan tekuk yang dapat diperhitungkan dengan perhitungan :

$$P = A \cdot F_y \quad (2.14)$$

Keterangan :

A = Luas penampang profil

F_y = Tegangan leleh dari baja ringan

Sedangkan untuk profil yang dengan panjang sama dengan rasio lebar / tinggi relative besar, akan cenderung mengalami kegagalan tekuk yang dapat diperhitungkan :

$$P = A (Q \cdot F_y) \quad (2.15)$$

Keterangan

A = Luas penampang profil

Q = *Form Factor* < 1 (mewakili pengaruh kelemahan akibat tekuk local)

Niali dari *Form Factor* Q bergantung pada bentuk dari penampang yang dapat diperhitungkan dengan berbagai jenis penampang berikut :

1. Members composed entirely of stiffened elements / member yang diberikan batang – batang pengaku

Axial Load Strength dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$P = A_{\text{eff}} \cdot F_y \quad (2.16)$$

$$Q_A = \frac{A_{\text{eff}}}{A} \quad (2.17)$$

Keterangan :

A_{eff} = jumlah dari luas area efektif dari sebuah batang – batang yang diberi pengaku

Q_A = faktor luas area

2. Members Composed Entirely of Unstiffened Elements

Jika batang tekan pendek tanpa diberi pengaku, maka akan mengalami tekuk pada beban sebesar

$$P = A \sigma_{cr} \quad (2.18)$$

$$Q_s = \frac{\sigma_{cr}}{F_y} = \frac{F_c}{F} \quad (2.19)$$

Keterangan :

σ_{cr} = tegangan kritis tekuk local dari batang tanpa pengaku

Q_s = faktor tegangan

F_c = tegangan tekan izin

F = Tegangan desain awal (0,6 F_y) untuk metode ASD

3. Members Composed of Both Stiffened and Unstiffened Elements

Jika batang tekan pendek dengan batang pengaku dan tanpa pengaku pada bagian tertentu akan memiliki kekuatan untuk menahan gaya aksial sebesar

$$P = A'_{eff} \sigma_{cr} \quad (2.20)$$

$$Q = A'_{eff} \frac{\sigma_{cr}}{AF_y} = \left(\frac{A'_{eff}}{A} \right) \left(\frac{F_c}{F} \right) = Q'_A Q_S \quad (2.21)$$

Keterangan

Q = Form Factor

Qa' = Faktor luas area

Qs = Faktor tegangan

B. Metode Perhitungan AISI untuk Beban konsentris pada batang tekan

Concentrically loaded compression members

Kekuatan nominal axial strength Pn

$$P_n = A_e \cdot F_n \quad (2.22)$$

$$\phi_c = 0,85(LRFD) \quad (2.23)$$

Keterangan

A_e = Luas area efektif pada tegangan F_n

Nilai F_n dapat ditentukan dari

$$\lambda_c \leq 1,5 \quad F_n = (0,658^{\lambda_c^2}) F_y \quad (2.24)$$

$$\lambda_c > 1,5 \quad F_n = \left[\frac{0,877}{\lambda_c^2} \right] F_y \quad (2.25)$$

Dimana

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}} \quad (2.26)$$

Keterangan

F_e = nilai terkecil dari elastic flexural, torsional, dan torsional flexural buckling stress

Kriteria I : Sections not subject to torsional or torsional flexural buckling

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (2.27)$$

Keterangan :

E = modulus elastisitas

K = faktor panjang efektif

L = panjang tanpa pengaku

r = jari – jari girasi

Kriteria II : Doubly or singly symmetric sections subject to torsional or torsional flexural buckling

$$F_e = \frac{1}{2\beta} \left[(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t} \right] \quad (2.28)$$

Atau secara konservatif nilai F_e dapat diperhitungkan dengan

$$F_e = \frac{\sigma_{ex}\sigma_t}{(\sigma_{ex} + \sigma_t)} \quad (2.29)$$

$$\beta = 1 - (x_o / r_o)^2 \quad (2.30)$$

Kriteria III : Nonsymmetric Sections

F_e ditentukan dengan menggunakan analisis rasional

Kriteria IV : Compression members having one flange through-fastened to deck or sheathing

Untuk Weak Axis Nominal Strength

$$P_n = \frac{C_1 C_2 C_3 A E}{29500} \text{ kips (Newton)} \quad (2.31)$$

$$\phi_c = 0,85 \text{ (LRFD)} \quad (2.32)$$

Dimana :

$$C_1 = (0,79 x + 0,54)$$

$$C_2 = (1,17t + 0,93) \text{ ketika } t \text{ dalam inci}$$

$C_2 = (0,0461t + 0,93)$ ketika t dalam millimeter

$C_3 = (2,5 b - 1,63 d - 22,8)$ ketika b dan d dalam inci

$C_3 = (0,0984 b - 0,0642 d - 22,8)$ ketika b dan d dalam millimeter

Untuk profil Z

x = jarak fastener dari ujung terluar dari web yang dibagi dengan lebar flange

Untuk profil C

x = lebar flange dikurangi jarak fastener dari ujung terluar dari web dibagi dengan lebar flange

t = tebal profil C atau Z

b = lebar flange profil C atau Z

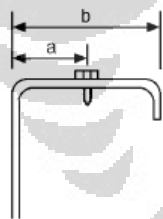
d = tinggi profil C atau Z

A = luas penampang penuh dari profil C atau Z

E = modulus elastisitas

= 29500 ksi

= 203000 MPa



$$\text{Untuk profil Z, } x = \frac{a}{b} \quad (2.33)$$

$$\text{Untuk profil C, } x = \frac{b-a}{b} \quad (2.34)$$

Perhitungan P_n terbatas pada atap dan sistem dinding jika menemui kondisi :

1. t tidak melebihi 0,125 in (3,22 mm)
2. $6 \text{ in (152 mm)} \leq d \leq 12 \text{ in (305 mm)}$
3. flange are edge stiffened compression elements
4. $70 \leq d/t \leq 170$
5. $2,85 \leq d/b < 5$
6. $16 \leq \text{flange flat width}/t < 50$
7. kedua flange ditahan dari pergerakan lateral pada perletakkan

8. atap baja atau dinding panel baja dengan jarak baut 12 in (305 mm) pada tengah atau kurang dan memiliki kekakuan lateral rotasional 0,0015 k/in/in (10300 N/m/m)
9. profil C dan Z memiliki minimum tegangan leleh sebesar 33 ks (228 MPa)
10. panjang bentang tidak melebihi 33 ft (10 meter)

PERHITUNGAN NILAI R METODE LRFD

Combined Tensile Axial Load and Bending

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} - \frac{T_u}{\phi_t T_n} \leq 1 \quad (2.35)$$

Keterangan :

T_u = *required axial strength*

M_{ux} , M_{uy} = *required flexural strengths with respect to the centroidal axes*

M_{nx} , M_{ny} = *nominal flexural strengths about the centroidal axes*

ϕ_b = 0,9 untuk kekuatan bending

ϕ_t = 0,95

Perhitungan dengan metode LRFD digunakan untuk mencegah keruntuhan dari flange yang mengalami tarik dan tekan.

Combined Compressive Axial Load and Bending

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} + \frac{P_u}{\phi_c P_n} \leq 1 \quad (2.36)$$

Keterangan :

P_u = *required compressive axial strength*

M_{ux} , M_{uy} = *required flexural strengths with respect to the centroidal axes*

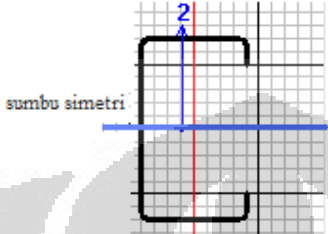
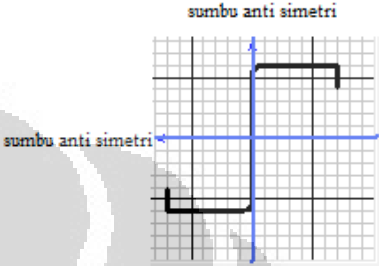
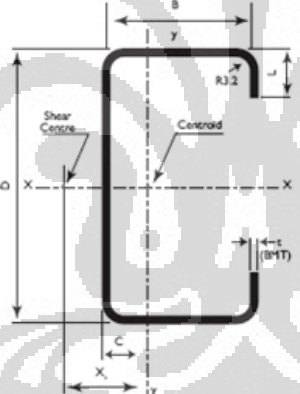
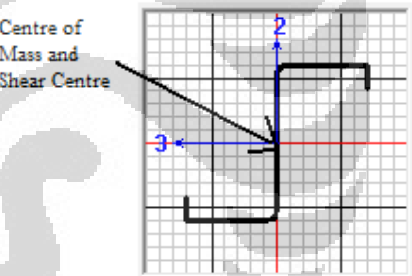
M_{nx} , M_{ny} = *nominal flexural strengths about the centroidal axes*

ϕ_b = 0,9 untuk kekuatan bending

ϕ_c = 0,85

PERBEDAAN PROFIL C DAN Z

Tabel 2.6 Perbandingan Profil C dan Z

Hal	Profil C	Profil Z
Sumbu Simetri dan sumbu anti simetri	Terdapat 1 sumbu simetri 	Tidak mempunyai sumbu simetri namun memiliki 2 sumbu antisimetri 
Tekuk yang terjadi	Torsional – flexural buckling	Lateral Torsional Buckling
Letak Pusat Massa dan Shear Centre	Letak Pusat Massa dan Shear Centre tidak berhimpit 	Letak Pusat Massa dan Shear Centre berhimpit pada satu titik 

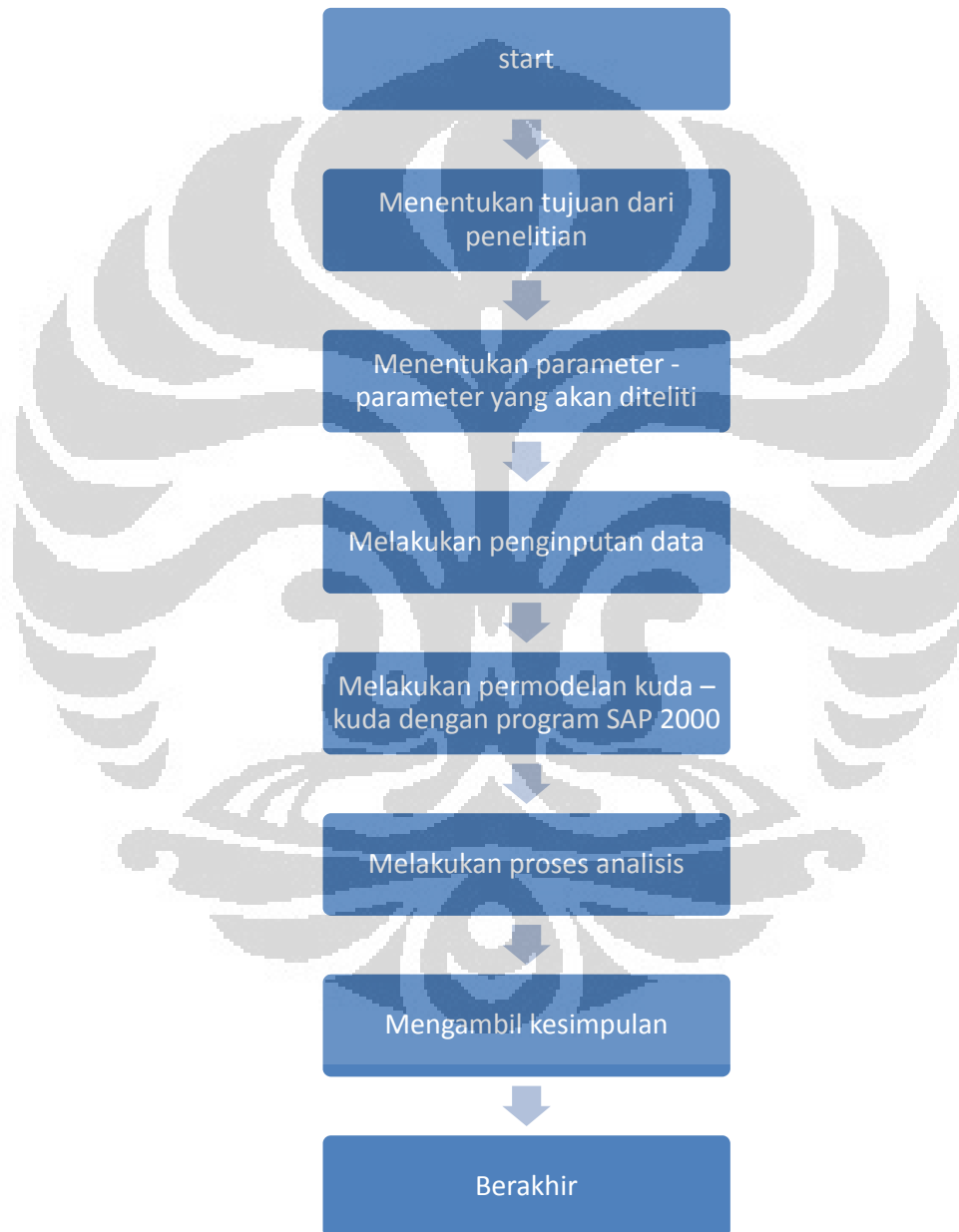
2.6 HIPOTESA

Penggunaan tipe profil baja ringan yaitu tipe C dan Z akan mempengaruhi kekuatan desain rangka kuda – kuda atap yang didesain terhadap bentangan kuda – kuda maupun jarak antar kuda – kuda.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

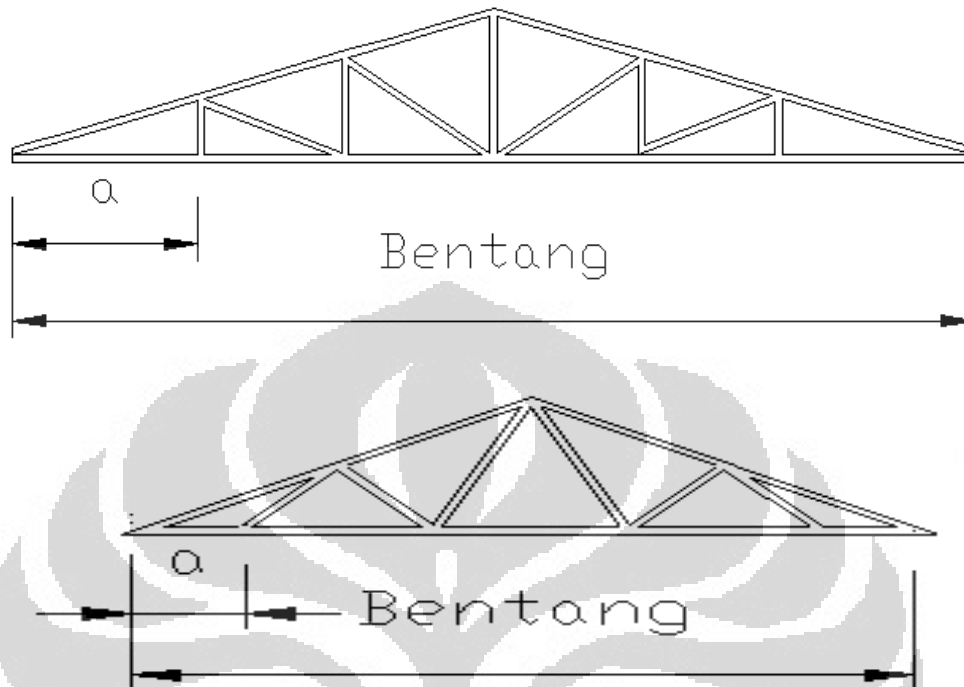
3.1 PROSEDUR PENELITIAN

Adapun prosedur – prosedur penelitian secara umum yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 : Diagram Alur Proses Permodelan

3.2 PARAMETER – PARAMETER YANG DITELITI



Gambar 3.2 Gambar Permodelan Kuda – Kuda Tipe *Howe* dan *Simple Fink* dalam 2 D
Parameter – parameter yang akan membedakan antara masing – masing permodelan adalah :

- Jarak bentang kuda – kuda berkisar antara 5 meter hingga 8 meter.
- Jenis penutup material atap : *Metal Roof* dan genteng
- Jarak antar batang *bracing* atau dalam gambar disimbolkan dengan jarak a
- Jenis tipe kuda – kuda yang digunakan yaitu tipe *Simple Fink* dan *Howe* yang pada umumnya sering digunakan untuk desain kuda – kuda rumah tinggal
- Jenis profil batang yang digunakan : profil C dan profil Z
- Jarak antar kuda – kuda berkisar 1m – 2,5 meter yang diteliti

Penggunaan tipe profil C dan Z pada rangka kuda – kuda

- Penggunaan profil C pada kuda – kuda : seluruh profil penampang pada kuda – kuda yang bersangkutan akan menggunakan profil C.
- Penggunaan profil Z pada kuda – kuda : profil atas dan bawah menggunakan profil Z sedangkan rangka *bracing* pada kuda – kuda menggunakan profil Capsul

Tabel 3.1 Tabel permodelan kuda – kuda yang dibuat

JENIS PROFIL	TIPE KUDA KUDA	BENTANG	JENIS PENUTUP ATAP	a	Jarak kuda - kuda
C	Simple Fink	5	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		6	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		7	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		8	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
	Howe	5	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		6	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		7	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		8	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m

JENIS PROFIL	TIPE KUDA KUDA	BENTANG	JENIS PENUTUP ATAP	a	Jarak kuda - kuda
Z	Simple Fink	5	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		6	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		7	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		8	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
	Howe	5	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		6	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		7	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
		8	genteng	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m
			metal roof	1 ; 1,5 ; 2m	1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5m

3.3 PERMODELAN KUDA – KUDA

3.3.1 PEMBEBANAN PADA PERMODELAN KUDA - KUDA

Bentuk pembebanan yang terjadi:

- Beban terdistribusi merata

1. Beban air hujan
2. Beban angin

Namun kedua jenis beban ini dijadikan beban terpusat dan dikerjakan pada titik – titik pertemuan batang gording.

- Beban terdistribusi linear

Beban berat sendiri atau beban hidup pada gording

- Beban terpusat

Yaitu beban pekerja

- Beban gempa dengan Analisa Respons Spektrum dengan zona wilayah 3

Tipe beban :

1. Beban Mati (D)

Beban mati pada permodelan ini hanya berasal dari beban mati profil gording, *bracing*, *lateral tie*, dan reng. Sedangkan untuk berat dari material penutup atap akan dibedakan menjadi beban tersendiri.

Pada tipe kuda – kuda dengan menggunakan :

- a. Profil C dari PT. Bluescoph Lysaght LL7610 dengan ukuran (Tinggi profil 76mm, Ketebalan 1,0 mm)

- Berat mati gording : 1,43kg/m (diperoleh dari katalog profil Bluescope)
- Berat mati *bracing* dan *lateral tie* : 1,43 kg/m (diperoleh dari katalog profil PT.Bluescope)
- Berat mati reng : 1,78 kg/m (diperoleh dari katalog profil PT.Bluescope)

- b. Profil Z (Tinggi Profil 85mm, Ketebalan 0,75 mm)

- Berat mati gording : 1,05 kg/m (diperoleh dari data PT.One Two Truss)
- Berat mati *lateral tie* : 1,05 kg/m (data PT. One Two Truss)

- Berat mati *bracing* : 0,6 kg/m (data PT. One Two Truss)
- Berat mati reng : 1,78 kg/m

Jenis profil yang digunakan yaitu profil C dengan nomor katalog LL7610 pada katalog Bluescope. Alasan pemilihan jenis profil ini yaitu untuk dapat membandingkan antara kedua jenis tipe profil C dan Z. Seperti yang diketahui PT. One Two Truss hanya mengeluarkan satu tipe profil yaitu tipe Z dengan ukuran tinggi profil 85mm dengan ketebalan 0,75 mm. Sehingga untuk mendapatkan perbandingan antara kedua jenis tipe profil ini yang lebih mendekati maka dipilihlah jenis tipe profil C dengan tinggi 76mm dengan ketebalan 1mm

2. Beban Hidup (L)

Semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap. Beban hidup pada atap dan / atau bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang harus diambil yang paling menentukan di antara 2 macam beban berikut :

- a. Beban terbagi rata per m^2 yang berasal dari beban air hujan sebesar $(40 - 0,8\alpha)$ kg/m^2 di mana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat
 Beban air hujan (R) = $40 - (0,8 \times 26,5) = 18,8$ kg/m^2
- b. Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg
 Beban pekerja (La) = 100 kg

3. Beban Angin (W)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian dari bangunan yang disebabkan oleh selisih tekanan udara. Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m^2 , ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dan koefisien angin.

- Tekanan Tiup

Sesuai dengan pasal 2.1.3.2 pada pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung maka tekanan tiup minimum yang dapat digunakan dalam pembangunan rumah ini adalah 25 kg/m^2 dengan ketentuan rumah tidak terletak ditepi pantai.

- Koefisien Angin

Tabel 3.2 : Tabel Perhitungan Koefisien Angin

Kemiringan Atap	Bidang atap di pihak angin	Bidang atap lain
$0^\circ < \alpha < 20^\circ$	-1.2	-0.4
$\alpha > 30^\circ$	-0.8	-0.8
$\alpha = 0^\circ$	+ 1.2	+ 4.0
$10^\circ < \alpha < 20^\circ$	+ 0.8	0.0
$\alpha = 30^\circ$	+ 0.8	- 0.4
$\alpha > 30^\circ$	+ 0.5	$(-0.4 - \alpha / 360)$

Pada perhitungan di program SAP dilakukan pembatasan permodelan sudut kemiringan atap sebesar $26,5^\circ$. Sehingga beban angin yang diperoleh

a. Arah Angin

$$\text{Koefisien} = 0,02 (26,5) - 0,4 = 0,13$$

$$\text{Beban} = 25 \times 0,13 = 3,25 \text{ kg/m}^2$$

b. Belakang Angin

$$\text{Koefisien} = -0,4$$

$$\text{Beban} = 25 \times -0,4 = -10 \text{ kg/m}^2$$

4. Beban mati tambahan (SDL)

Beban ini dipisahkan dari beban mati untuk memudahkan perhitungan.

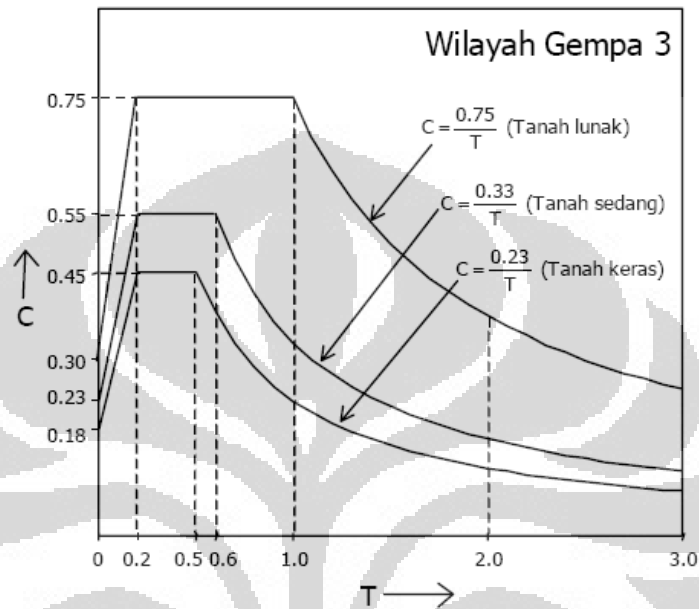
Beban mati tambahan berasal dari jenis material penutup atap yaitu genteng atau genteng metal (*metal roof*).

$$\text{Beban genteng} = 50 \text{ kg/m}^2$$

Beban genteng metal = 11 kg/m^2 (dianggap sama dengan berat seng asbes gelombang)

5. Beban gempa

Dalam hal ini akan digunakan beban gempa dengan analisis respons spectrum. Respon spectrum yang digunakan adalah wilayah zona 3 untuk kriteria tanah lunak



Gambar 3.3 : Respon Spektrum Gempa Untuk Wilayah 3

3.3.2 KOMBINASI – KOMBINASI BEBAN

- $1,4 (D + SDL)$ (3.1)
- $1,2 (D + SDL) + 1,6 L + 0,5 La$ (3.2)
- $1,2 (D + SDL) + 1,6 L + 0,5 R$ (3.3)
- $1,2 (D + SDL) + 1,6 (La \text{ atau } R) + 0,8 W$ (3.4)
- $1,2 (D + SDL) + 1,3 W + 0,5 (La \text{ atau } R)$ (3.5)
- $0,9 (D + SDL) \pm 1,3 W$ (3.6)
- $0,9 (D + SDL) \pm E$ (3.7)
- $1,2 (D + SDL) + LL \pm E$ (3.8)

Keterangan

- D : beban mati kuda - kuda
- SDL : beban material penutup atap
- L : beban hidup
- La : beban pekerja
- R : beban hujan
- W : beban angin
- E : beban gempa

3.4 PROSES PENGINPUTAN DATA

Proses yang dilakukan dalam penginputan data adalah sebagai berikut :

3.4.1 PENGINPUTAN DATA MATERIAL PROFIL BAJA RINGAN

Dalam penelitian ini digunakan material baja ringan yang didefinisikan melalui define material.

Adapun data – data yang dimasukkan adalah :

- Modulus elastisitas (E) = 200000 MPa
- Berat jenis dari profil
 Profil Frame C = 8100 kg/m^3
 Profil Frame Z = 7700 kg/m^3
- $F_y = 550 \text{ MPa}$ (diperoleh dari data PT.Bluescope)
- $F_u = 550 \text{ MPa}$ (diperoleh dari data PT.Bluescope)
- Poisson ratio = 0,3

Pada gambar di bawah ini akan ditunjukkan salah satu tampilan yang digunakan dalam melakukan pendefinisian dari material dari salah satu profil baja ringan

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: FrameA

Material Type: ColdFormed

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7,551E-05

Mass per Unit Volume: 7,700E-09

Units: N, mm, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 200000

Poisson's Ratio, U: 0,3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0

Shear Modulus, G: 76923,08

Other Properties for Cold Formed Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 550

Minimum Tensile Stress, Fu: 550

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

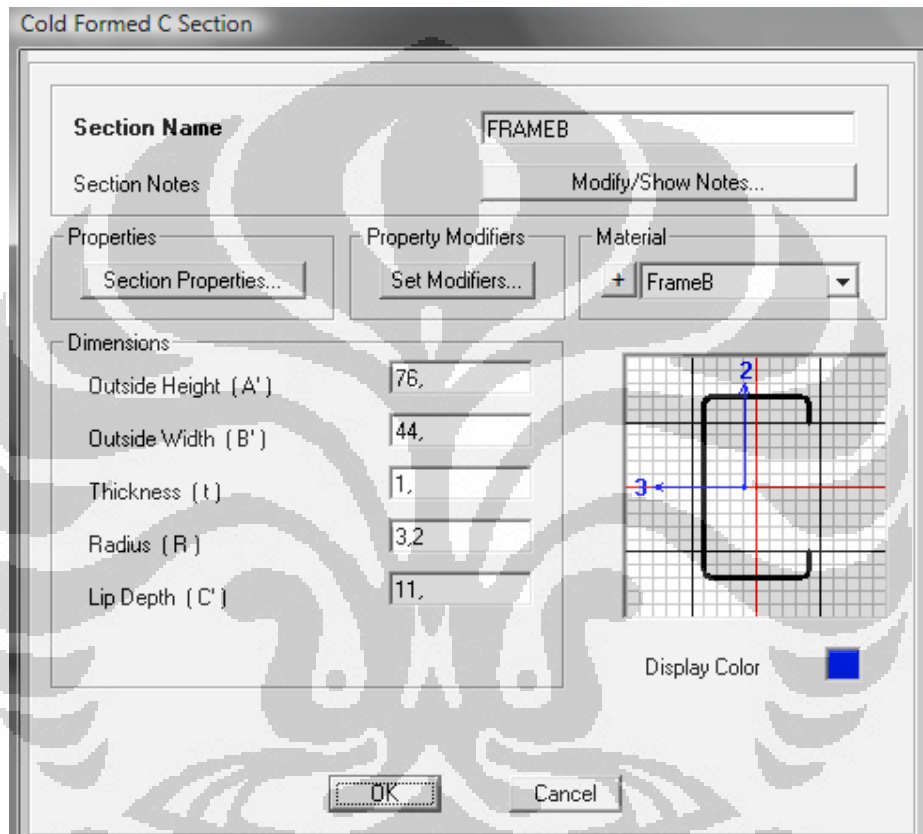
Gambar 3.4 : Pendefinisian Material dan Profil Baja Ringan yang digunakan

3.4.2 PENGINPUTAN DATA PROPERTI PENAMPANG

Dalam hal ini dimasukkan properti penampang yang akan digunakan yaitu

- Untuk batang gording akan menggunakan profil C dan profil Z dengan ukuran yang telah ditentukan
- Untuk batang reng akan digunakan ukuran yang telah ditentukan

Berikut ini contoh pendefinisian properti penampang profil C

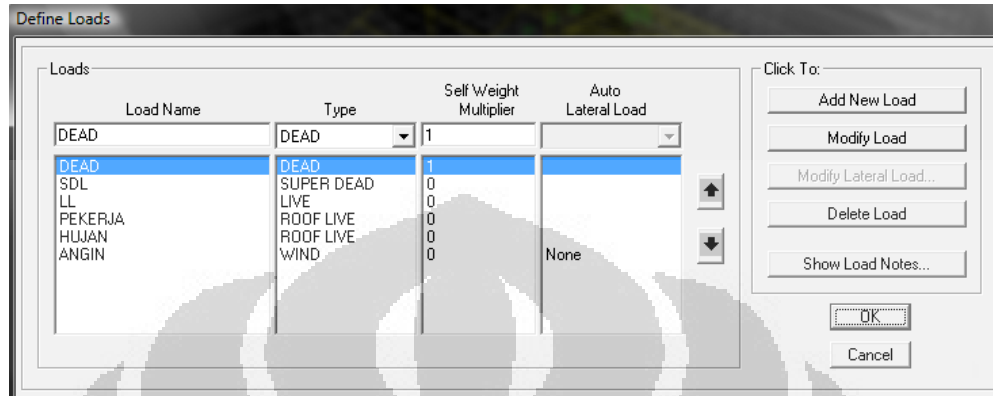


Gambar 3.5 : Pendefinisian properti penampang tipe C

Pada proses penginputan tipe profil Z dilakukan modifikasi dengan menggunakan tipe baja ringan profil Z yang terdapat pada program SAP 2000. Sehingga bentuk profil yang sebenarnya yang dimiliki oleh PT.One Two Truss mempunyai sedikit perbedaan bentuk dengan tipe profil Z dalam permodelan yang dibuat. Hal ini dimaksudkan untuk membantu perhitungan dengan menggunakan program SAP 2000 disebabkan *section designer* tidak memiliki kemampuan menganalisis nilai R jika profil Z dibuat secara manual melalui *section designer*.

3.4.3 PENGINPUTAN LOAD CASES

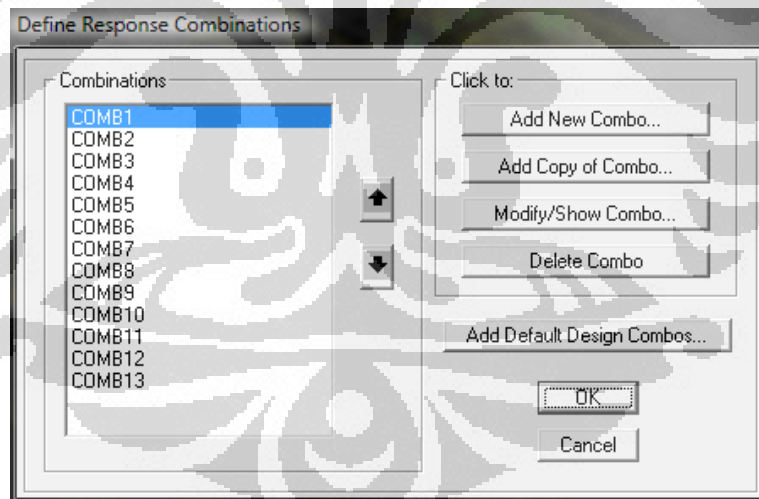
Beban – beban yang telah dijelaskan pada sub bab 3.3.1 didefinisikan dalam program SAP 2000



Gambar 3.6 : Pendefinisian Beban yang akan diinput

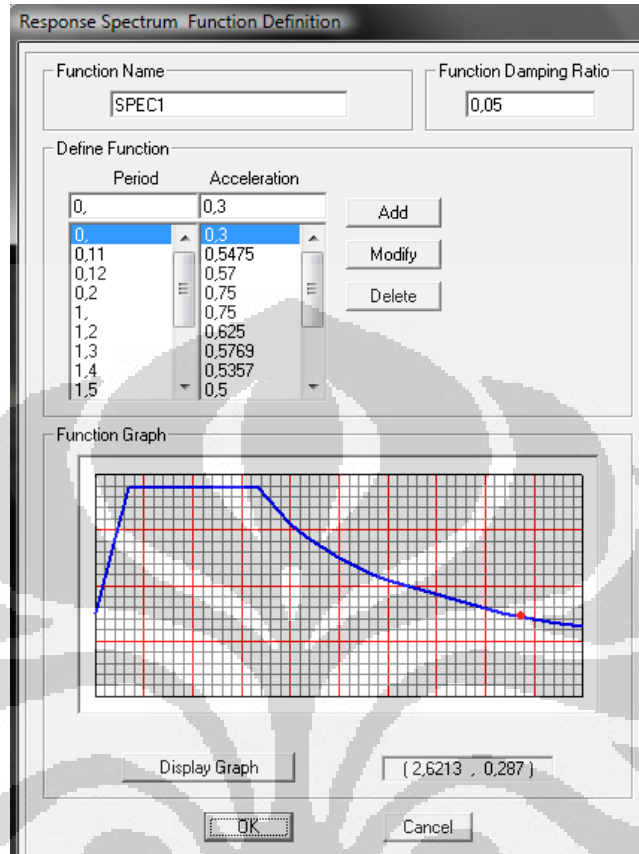
3.4.4 PENGINPUTAN KOMBINASI BEBAN

Kombinasi beban yang digunakan telah dijelaskan pada sub bab 3.3.2



Gambar 3.7 : Penginputan Kombinasi Beban yang akan digunakan

3.4.5 PENGINPUTAN RESPONS SPEKTRUM WILAYAH 3



Gambar 3.8 : Penginputan data Respons Spektrum Gempa untuk Wilayah 3

3.5 PERMODELAN KUDA – KUDA

Setelah proses penginputan data – data yang telah dijelaskan sebelumnya telah selesai maka dilakukan permodelan kuda – kuda yang akan dianalisis.

Sebelumnya perlu diketahui asumsi – asumsi yang digunakan dalam permodelan ini yaitu :

- Kuda – kuda diasumsikan sebagai *frame*
- Batang rangka penyusun kuda – kuda diasumsikan sebagai *truss* (moment 22 release)
- Batang gording diasumsikan sebagai *frame*.

Langkah – langkah yang dilakukan adalah

- a. Menentukan koordinat – koordinat dalam arah x, y, dan z

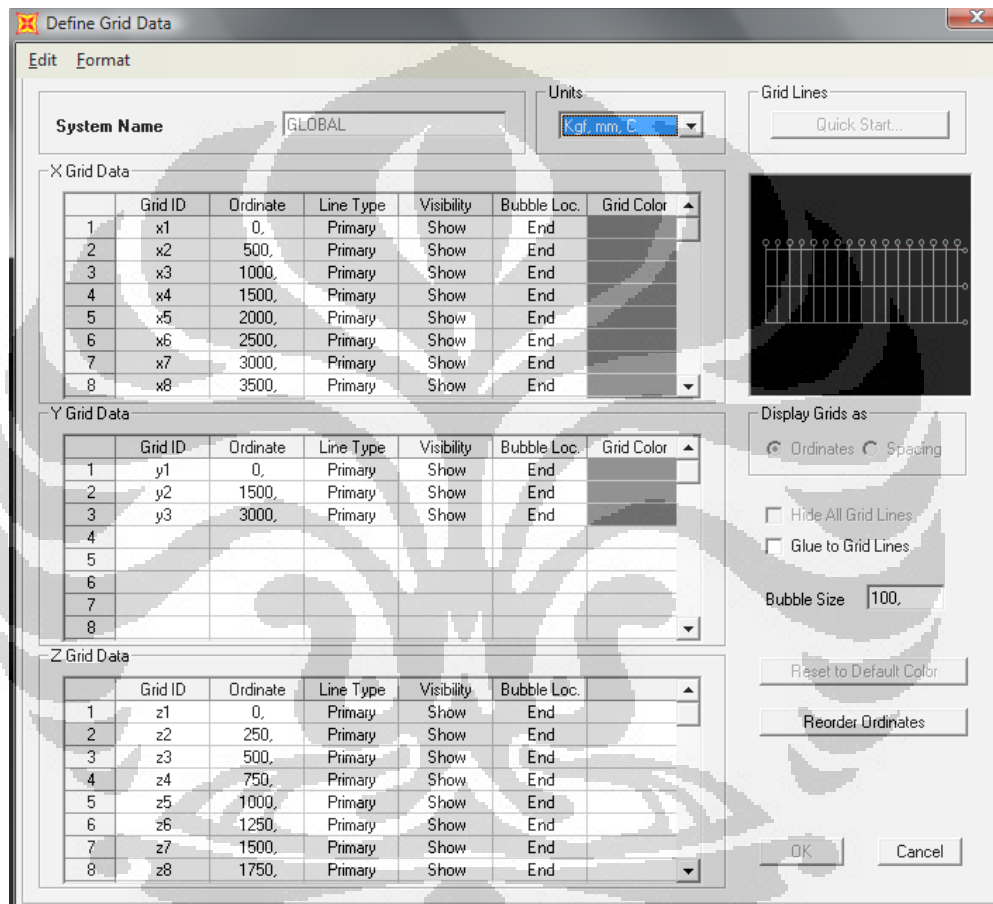
Sumbu X merupakan jarak bentangan antar tumpuan

Sumbu Y merupakan jarak antar kuda – kuda yang pertama dengan yang lainnya

Sumbu Z merupakan jarak vertical

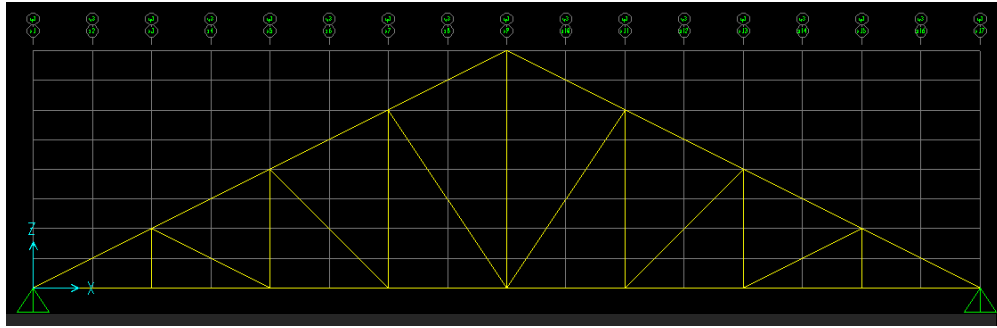
Salah satu contoh proses pembuatan model kuda – kuda tipe Howe dengan bentangan 8 meter, jarak $a = 1000$

Pendefinisian koordinat x,y,z

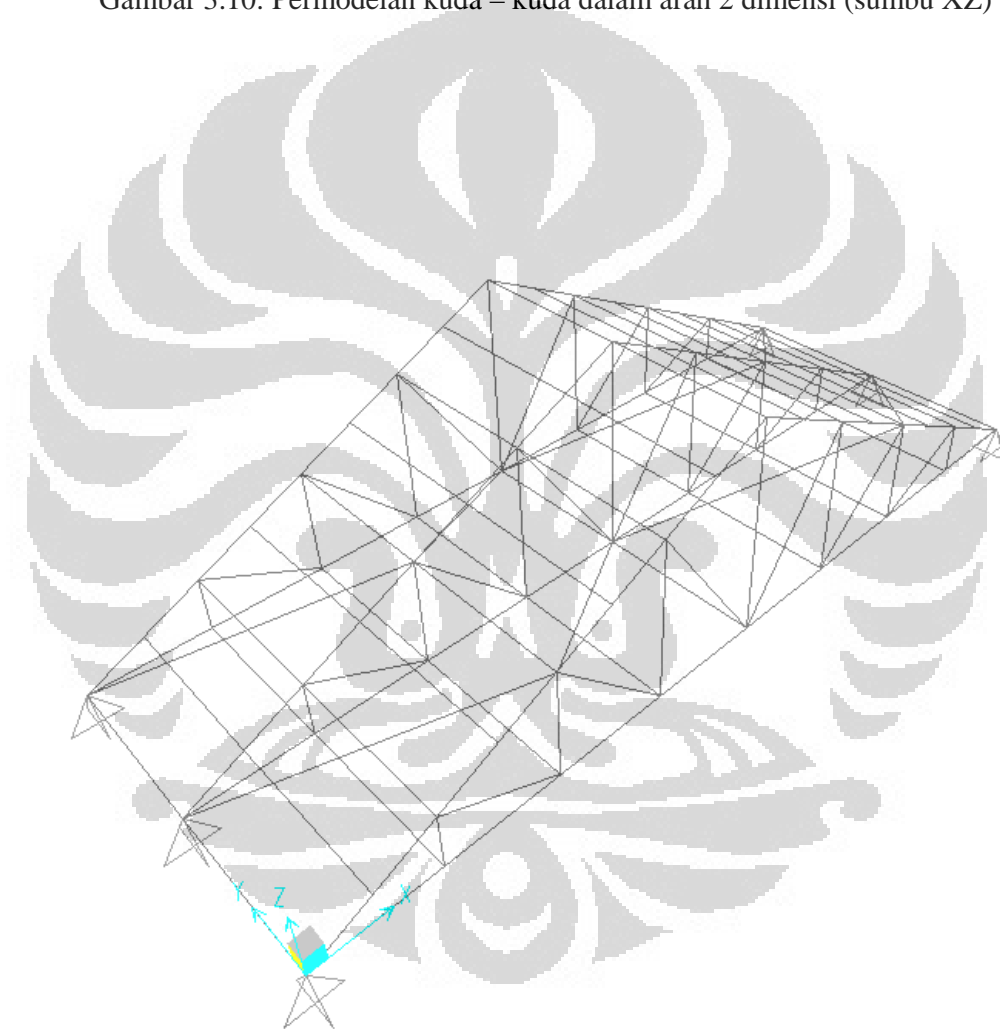


Gambar 3.9: Penginputan koordinat X, Y, dan Z

b. melakukan permodelan kuda – kuda dalam arah 2 dimensi terlebih dahulu (sumbu XZ) hingga pada akhirnya menyelesaikan pada permodelan rangka kuda – kuda 3 dimensi

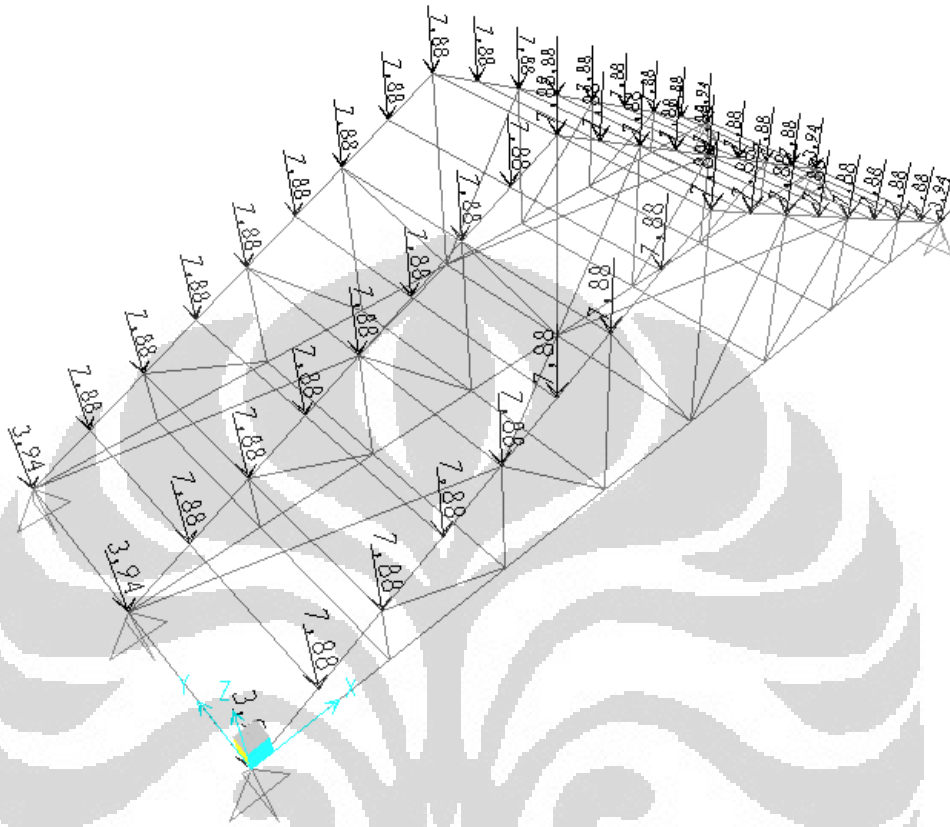


Gambar 3.10: Permodelan kuda – kuda dalam arah 2 dimensi (sumbu XZ)

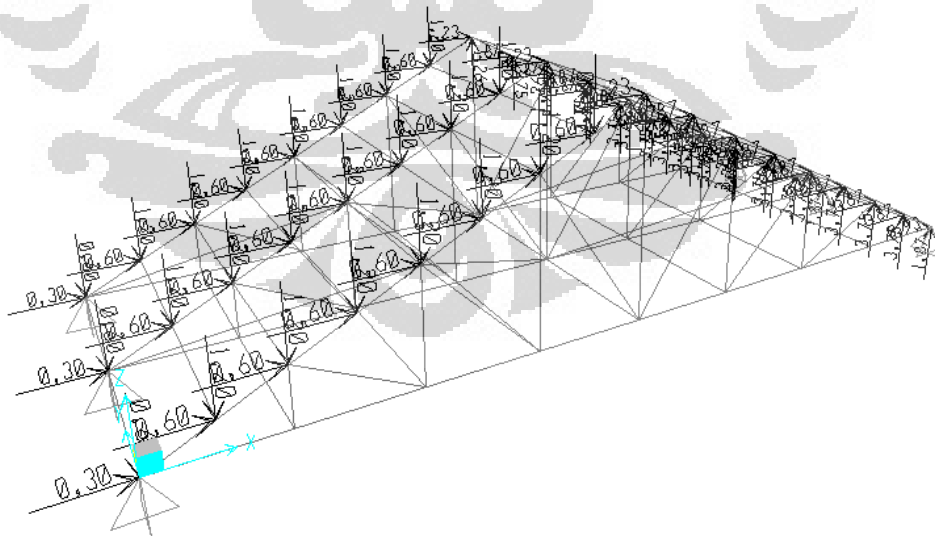


Gambar 3.11 : Permodelan kuda – kuda 3D

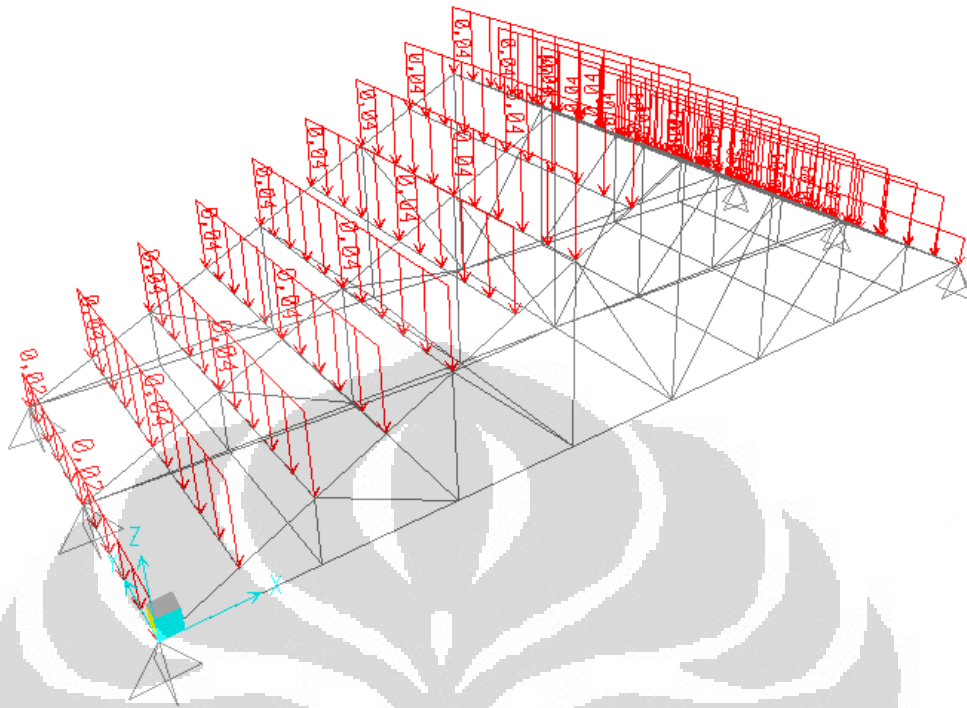
c. Melakukan input beban yang ada pada masing – masing titik buhul untuk beban terpusat



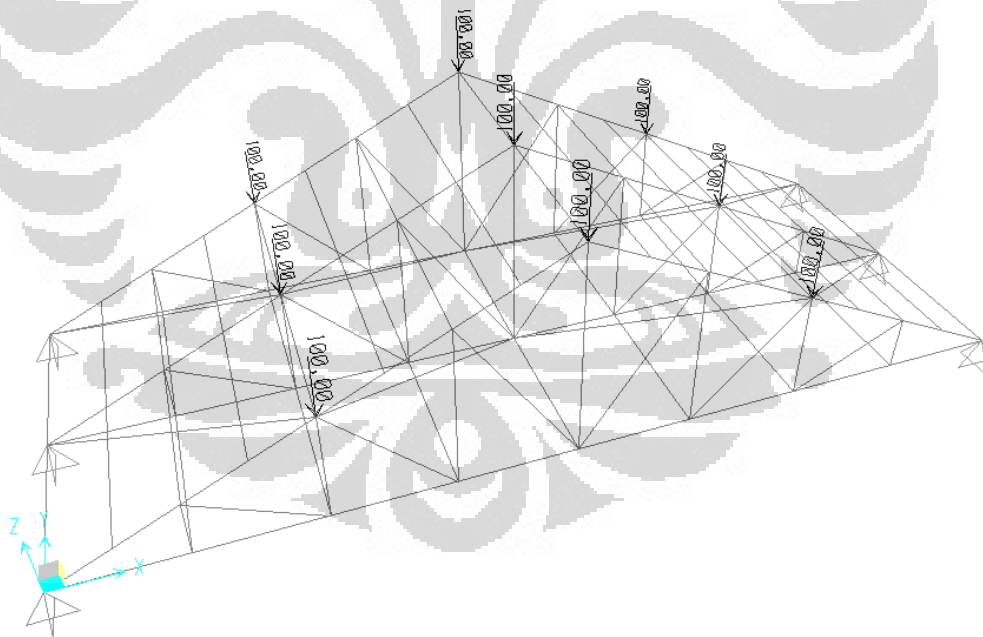
Gambar 3.12 : Beban akibat air hujan



Gambar 3.13 : Beban angin (sisi kiri angin tekan, sisi kanan angin hisap)

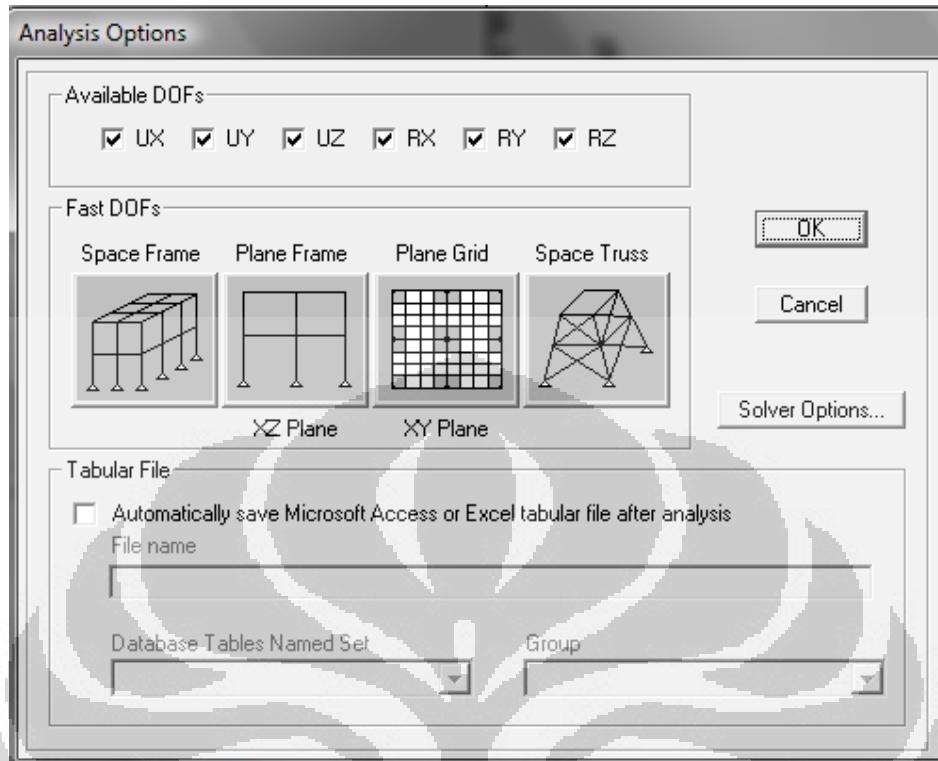


Gambar 3.14: Pembebanan SDL (berat material penutup atap) pada gording



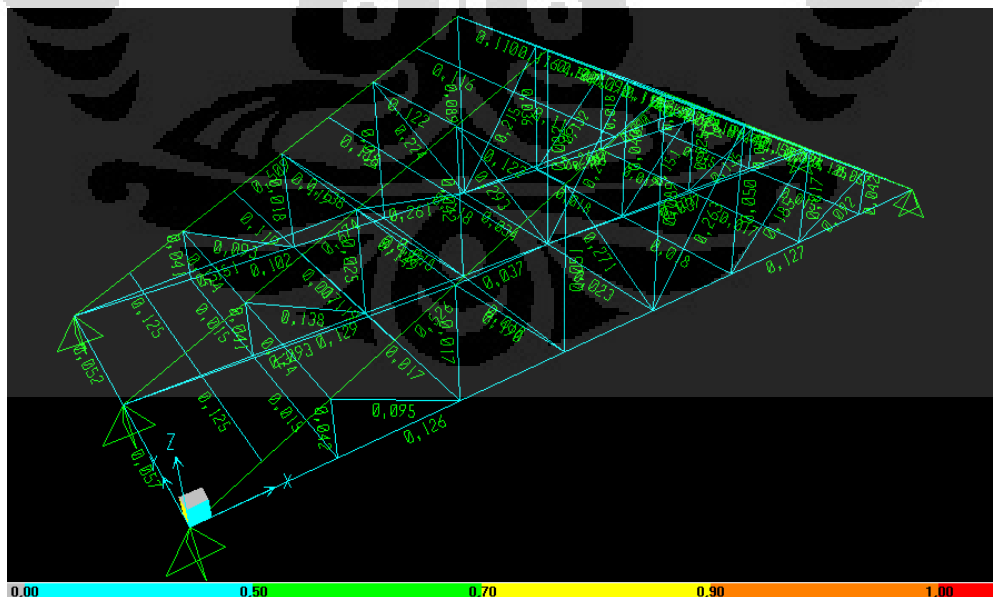
Gambar 3.15: Beban pekerja

- d. Melakukan analisis dengan program SAP 2000
Permodelan dilakukan dengan analisis space frame



Gambar 3.16 : Analisis sebagai space frame

Setelah proses run selesai dilakukan proses cold formed design dengan 13 kombinasi yang telah ditentukan sebelumnya

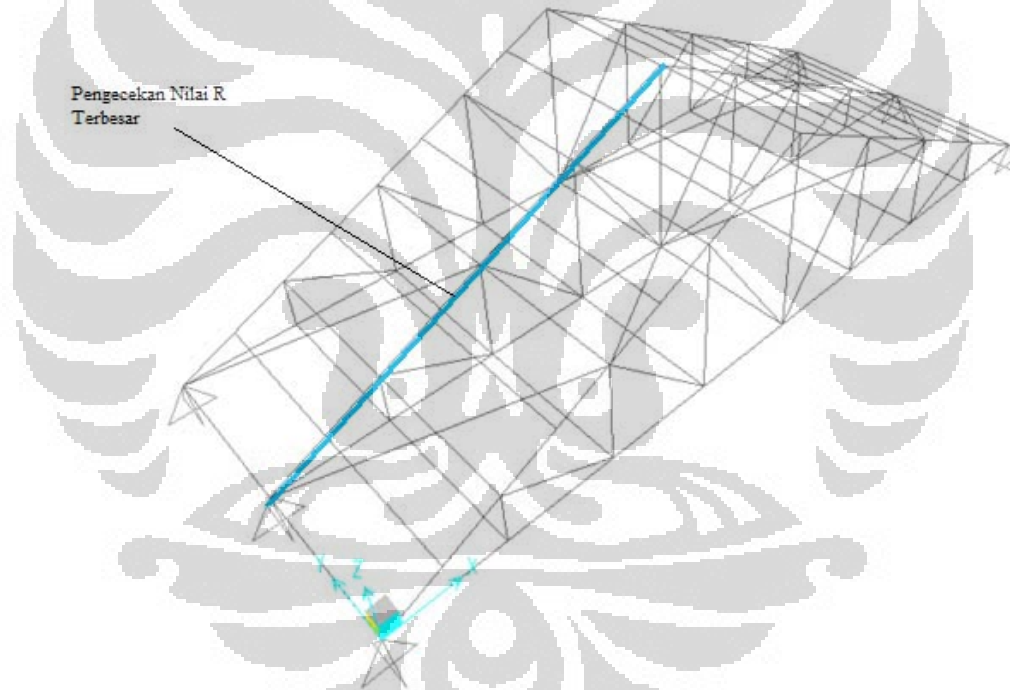


Gambar 3.17: Analisis Cold Formed Design

BAB 4 ANALISA

4.1 HASIL OUTPUT SAP 2000

Dari hasil running program SAP 2000 sebanyak 384 permodelan diperoleh nilai R atau nilai Rasio kekuatan dari profil penampang material baja ringan yang didesain dengan beban – beban yang telah dimasukkan. Pada gambar di bawah ini merupakan letak dari batang profil yang menunjukkan nilai R yang terbesar dan lendutan yang dihasilkan.



Gambar 4.1 Pengecekan Nilai R Pada Batang Profil Kuda – Kuda

Tabel 4.1 Hasil Output Nilai R dengan SAP 2000 Tipe Kuda – Kuda Simple Fink
Profil C

BEN TA NG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	Ket	a=1500	Ket	a=2000	Ket
5	1	genteng	0,253	kuat	0,237	kuat	0,275	kuat
		metal roof	0,205	kuat	0,173	kuat	0,2	kuat
	1,5	genteng	0,335	kuat	0,375	kuat	0,404	kuat
		metal roof	0,21	kuat	0,198	kuat	0,224	kuat
	2	genteng	0,493	kuat	0,624	kuat	0,668	kuat
		metal roof	0,239	kuat	0,245	kuat	0,266	kuat
	2,5	genteng	0,738	kuat	1,024	tidak kuat	1,086	tidak kuat
		metal roof	0,281	kuat	0,315	kuat	0,34	kuat
6	1	genteng	0,266	kuat	0,318	kuat	0,338	kuat
		metal roof	0,191	kuat	0,218	kuat	0,238	kuat
	1,5	genteng	0,398	kuat	0,507	kuat	0,598	kuat
		metal roof	0,212	kuat	0,252	kuat	0,271	kuat
	2	genteng	0,594	kuat	0,804	kuat	1,048	tidak kuat
		metal roof	0,257	kuat	0,308	kuat	0,35	kuat
	2,5	genteng	0,863	kuat	1,269	tidak kuat	1,836	tidak kuat
		metal roof	0,317	kuat	0,397	kuat	0,484	kuat
7	1	genteng	0,305	kuat	0,337	kuat	0,379	kuat
		metal roof	0,219	kuat	0,241	kuat	0,255	kuat
	1,5	genteng	0,428	kuat	0,542	kuat	0,63	kuat
		metal roof	0,228	kuat	0,259	kuat	0,297	kuat
	2	genteng	0,651	kuat	0,832	kuat	1,05	tidak kuat
		metal roof	0,28	kuat	0,306	kuat	0,373	kuat
	2,5	genteng	0,938	kuat	1,337	tidak kuat + kl/r	1,819	tidak kuat
		metal roof	0,343	kuat	0,396	kl/r	0,491	kuat
8	1	genteng	0,335	kuat	0,329	kuat	0,489	kuat
		metal roof	0,227	kuat	0,23	kuat	0,288	kuat
	1,5	genteng	0,509	kuat	0,54	kuat	0,898	kuat
		metal roof	0,254	kuat	0,261	kuat	0,369	kuat
	2	genteng	0,766	kuat	0,874	kl/r	1,591	tidak kuat
		metal roof	0,31	kuat	0,319	kl/r	0,499	kuat
	2,5	genteng	1,143	tidak kuat + kl/r	1,386	tidak kuat + kl/r	2,924	tidak kuat + kl/r
		metal roof	0,386	kl/r	0,419	kl/r	0,689	kl/r

Tabel 4.2 Hasil Output Nilai R dengan SAP 2000 Tipe Kuda-Kuda Howe Profil C

BEN TA NG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	Keterangan	a=1500	Keterangan	a=2000	Keteranga n
5	1	genteng	0,261	kuat	0,274	kuat	0,344	kuat
		metal roof	0,19	kuat	0,19	kuat	0,226	kuat
	1,5	genteng	0,396	kuat	0,45	kuat	0,614	kuat
		metal roof	0,212	kuat	0,204	kuat	0,283	kuat
	2	genteng	0,6	kuat	0,732	kuat	1,081	tidak kuat
		metal roof	0,259	kuat	0,273	kuat	0,393	kuat
2,5	genteng	0,871	kuat	1,182	tidak kuat	1,77	kl/r	
	metal roof	0,32	kuat	0,358	kuat	0,519	kl/r	
6	1	genteng	0,294	kuat	0,325	kuat	0,365	kuat
		metal roof	0,213	kuat	0,22	kuat	0,23	kuat
	1,5	genteng	0,435	kuat	0,536	kuat	0,678	kuat
		metal roof	0,223	kuat	0,256	kuat	0,284	kuat
	2	genteng	0,652	kuat	0,873	kuat	1,176	tidak kuat
		metal roof	0,277	kuat	0,324	kuat	0,392	kuat
2,5	genteng	0,953	kl/r	1,52	tidak kuat	2,072	kl/r	
	metal roof	0,343	kl/r	0,424	kuat	0,533	kl/r	
7	1	genteng	0,331	kuat	0,36	kuat	0,45	kuat
		metal roof	0,225	kuat	0,236	kuat	0,28	kuat
	1,5	genteng	0,491	kuat	0,56	kuat	0,795	kuat
		metal roof	0,253	kuat	0,277	kuat	0,345	kuat
	2	genteng	0,738	kuat	0,91	kuat	1,382	tidak kuat
		metal roof	0,305	kuat	0,355	kuat	0,459	kuat
2,5	genteng	1,099	tidak kuat + kl/r	1,72	kl/r	2,5	tidak kuat+ kl/r	
	metal roof	0,379	kl/r	0,467	kl/r	0,618	kl/r	
8	1	genteng	0,349	Kuat	0,391	kuat	0,496	kuat
		metal roof	0,227	kuat	0,237	kuat	0,286	kuat
	1,5	genteng	0,543	Kuat	0,61	kuat	0,97	kuat
		metal roof	0,265	kuat	0,287	kuat	0,377	kuat
	2	genteng	0,838	Kuat	1,32	tidak kuat	1,91	tidak kuat
		metal roof	0,328	kuat	0,366	kuat	0,52	kuat
2,5	genteng	1,293	tidak kuat + kl/r	1,812	tidak kuat + kl/r	3,356	tidak kuat + kl/r	
	metal roof	0,417	kl/r	0,495	kl/r	0,731	kl/r	

Tabel 4.3 Hasil Output Nilai R dengan SAP 2000 Tipe Kuda – Kuda Simple Fink
Profil Z

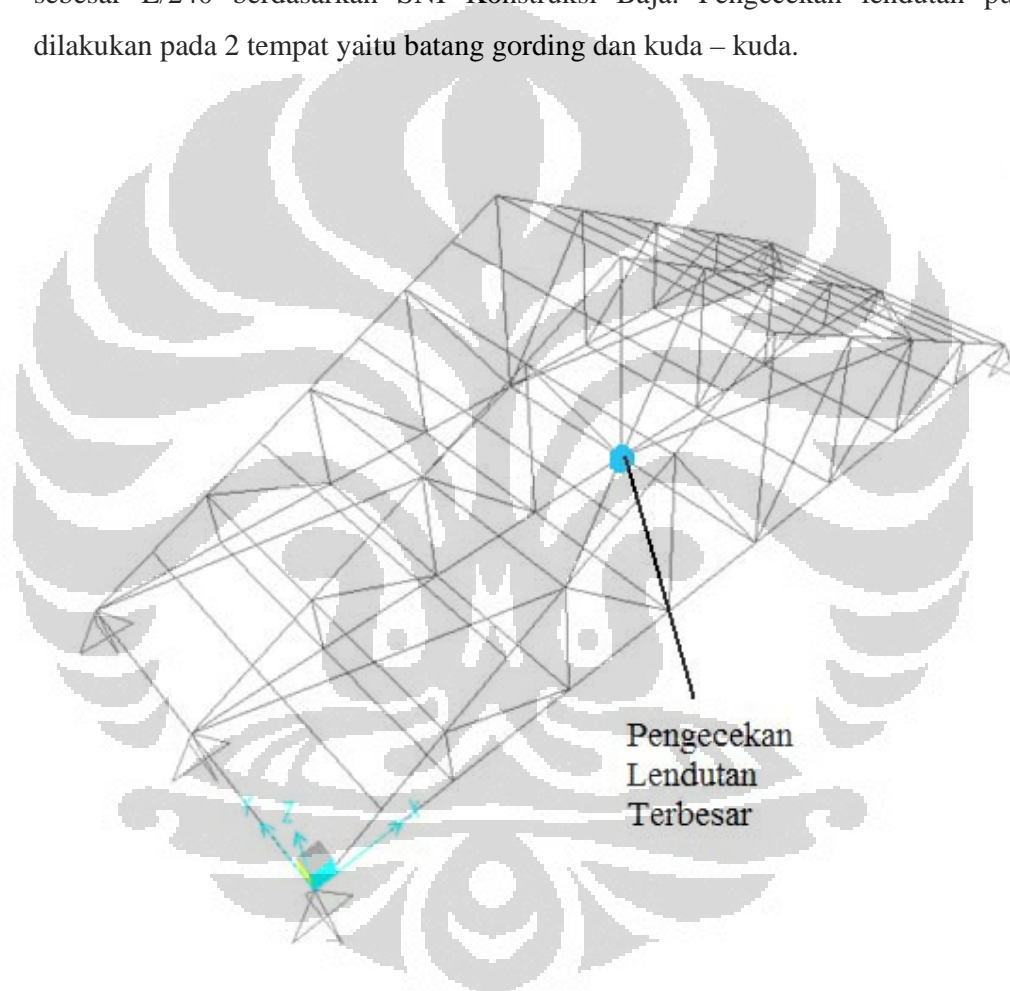
BEN TA NG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	Keterangan	a=1500	Keterangan	a=2000	Keterangan
5	1	genteng	0,33	kuat	0,317	kuat	0,359	kuat
		metal roof	0,256	kuat	0,228	kuat	0,262	kuat
	1,5	genteng	0,444	kuat	0,492	kuat	0,532	kuat
		metal roof	0,275	kuat	0,259	kuat	0,292	kuat
	2	genteng	0,658	kuat	0,785	kuat	0,842	kuat
		metal roof	0,311	kuat	0,309	kuat	0,345	kuat
2,5	genteng	0,958	kuat	1,278	tidak kuat	1,355	tidak kuat	
	metal roof	0,366	kuat	0,399	kuat	0,431	kuat	
6	1	genteng	0,352	kuat	0,408	kuat	0,426	kuat
		metal roof	0,26	kuat	0,281	kuat	0,301	kuat
	1,5	genteng	0,525	kuat	0,633	kuat	0,751	kuat
		metal roof	0,28	kuat	0,323	kuat	0,335	kuat
	2	genteng	0,778	kuat	0,987	kuat	1,284	tidak kuat
		metal roof	0,339	kuat	0,394	kuat	0,432	kuat
2,5	genteng	1,136	tidak kuat	1,521	tidak kuat	2,925	tidak kuat	
	metal roof	0,419	kuat	0,492	kuat	0,595	kuat	
7	1	genteng	0,409	kuat	0,436	kuat	0,488	kuat
		metal roof	0,283	kuat	0,302	kuat	0,325	kuat
	1,5	genteng	0,593	kuat	0,694	kuat	0,813	kuat
		metal roof	0,315	kuat	0,328	kuat	0,378	kuat
	2	genteng	0,872	kuat	1,082	tidak kuat	1,337	tidak kuat
		metal roof	0,374	kuat	0,407	kuat	0,48	kuat
2,5	genteng	1,255	tidak kuat	1,692	tidak kuat	2,625	tidak kuat	
	metal roof	0,458	kuat	0,52	kuat	0,626	kuat	
8	1	genteng	0,433	kuat	0,441	kuat	0,6	kuat
		metal roof	0,287	kuat	0,31	kuat	0,359	kuat
	1,5	genteng	0,661	kuat	0,711	kuat	1,08	tidak kuat
		metal roof	0,329	kuat	0,335	kuat	0,452	kuat
	2	genteng	0,997	kuat	1,107	tidak kuat	1,87	tidak kuat
		metal roof	0,401	kuat	0,408	kuat	0,605	kuat
2,5	genteng	1,483	tidak kuat	1,721	tidak kuat	3,345	tidak kuat	
	metal roof	0,502	kuat	0,531	kuat	0,816	kuat	

Tabel 4.4 Hasil Output Nilai R dengan SAP 2000 Tipe Kuda-Kuda Howe Profil Z

BEN TA NG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	Keterangan	a=1500	Keterangan	a=2000	Keteranga n
5	1	genteng	0,34	kuat	0,35	kuat	0,417	kuat
		metal roof	0,242	kuat	0,25	kuat	0,283	kuat
	1,5	genteng	0,514	kuat	0,542	kuat	0,746	kuat
		metal roof	0,277	kuat	0,28	kuat	0,352	kuat
	2	genteng	0,777	kuat	0,85	kuat	1,213	tidak kuat
		metal roof	0,337	kuat	0,339	kuat	0,47	kuat
2,5	genteng	1,136	tidak kuat	1,356	tidak kuat	2,126	tidak kuat	
	metal roof	0,416	kuat	0,442	kuat	0,6	kuat	
6	1	genteng	0,379	kuat	0,416	kuat	0,455	kuat
		metal roof	0,263	kuat	0,28	kuat	0,289	kuat
	1,5	genteng	0,554	kuat	0,678	kuat	0,784	kuat
		metal roof	0,291	kuat	0,329	kuat	0,355	kuat
	2	genteng	0,845	kuat	1,18	tidak kuat	1,35	tidak kuat
		metal roof	0,359	kuat	0,42	kuat	0,461	kuat
2,5	genteng	1,235	tidak kuat	1,68	tidak kuat	2,28	tidak kuat	
	metal roof	0,445	kuat	0,522	kuat	0,616	kuat	
7	1	genteng	0,422	kuat	0,45	kuat	0,551	kuat
		metal roof	0,288	kuat	0,302	kuat	0,35	kuat
	1,5	genteng	0,632	kuat	0,752	kuat	0,91	kuat
		metal roof	0,324	kuat	0,38	kuat	0,421	kuat
	2	genteng	0,951	kuat	1,201	tidak kuat	1,59	tidak kuat
		metal roof	0,392	kuat	0,46	kuat	0,59	kuat
2,5	genteng	1,411	tidak kuat	2,01	tidak kuat	2,79	tidak kuat	
	metal roof	0,489	kuat	0,59	kuat	0,721	kuat	
8	1	genteng	0,445	kuat	0,487	kuat	0,606	kuat
		metal roof	0,291	kuat	0,315	kuat	0,358	kuat
	1,5	genteng	0,699	kuat	0,79	kuat	1,12	tidak kuat
		metal roof	0,339	kuat	0,372	kuat	0,471	kuat
	2	genteng	1,082	tidak kuat	1,29	tidak kuat	2,057	tidak kuat
		metal roof	0,424	kuat	0,465	kuat	0,639	kuat
2,5	genteng	1,664	tidak kuat	2,19	tidak kuat	3,802	tidak kuat	
	metal roof	0,539	kuat	0,62	kuat	0,87	kuat	

4.2 PENGECEKAN LENDUTAN

Desain kuda – kuda harus memenuhi syarat *strength* desain dan *serviceability* desain. Pengecekan nilai R atau nilai Rasio telah menunjukkan pengecekan terhadap strength desain suatu rangka kuda – kuda. Untuk memenuhi syarat *serviceability* maka dilakukanlah pengecekan terhadap lendutan yang terjadi pada kuda – kuda. Syarat lendutan maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar $L/240$ berdasarkan SNI Konstruksi Baja. Pengecekan lendutan pun dilakukan pada 2 tempat yaitu batang gording dan kuda – kuda.



Gambar 4.2 Pengecekan Lendutan Pada Rangka Kuda – Kuda

Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan

Nama Kuda - Kuda	Lendutan (mm)				Nama Kuda - Kuda	Lendutan (mm)				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
PCG511	4,16	0,0437	20,83	1,119	PCM511	4,1667	0,0107	20,83	0,9346	ok
PCG512		0,069		1,1678	PCM512		0,0117		0,9239	ok
PCG513		0,069		1,4856	PCM513		0,0176		1,1858	ok
PCG521	6,25	0,382		1,6943	PCM521	6,25	0,09511		1,0632	ok
PCG522		0,37		1,6267	PCM522		0,109		1,04	ok
PCG523		0,442		2,05	PCM523		0,109		1,3355	ok
PCG531	8,33	1,78		2,463	PCM531	8,33	0,435		1,253	ok
PCG532		1,68		2,354	PCM532		0,468		1,2192	ok
PCG533		1,924		2,95	PCM533		0,47		1,557	ok
PCG541	10,42	5,68		3,577	PCM541	10,416	1,36		1,521	ok
PCG542		5,5		3,41	PCM542		1,409		1,473	ok
PCG543		5,89		4,251	PCM543		1,41		1,869	ok
PCG611	4,16	0,045	25	1,615	PCM611	4,1667	0,0105	25	1,236	ok
PCG612		0,067		1,67	PCM612		0,0166		1,294	ok
PCG613		0,064		1,6	PCM613		0,023		1,291	ok
PCG621	6,25	0,386		2,2971	PCM621	6,25	0,094		1,408	ok
PCG622		0,434		2,37	PCM622		0,106		1,47	ok
PCG623		0,41		2,31	PCM623		0,127		1,4454	ok
PCG631	8,33	1,795		3,33	PCM631	8,33	0,438		1,6597	ok
PCG632		1,901		3,42	PCM632		0,464		1,726	ok
PCG633		1,81		3,33	PCM633		0,516		1,698	ok
PCG641	10,4	5,712		4,815	PCM641	10,416	1,368		2,01	ok
PCG642		5,85		4,91	PCM642		1,37		2,08	ok
PCG643		6,18		5,2	PCM643		1,48		2,04	ok
PCG711	4,16	0,0436	29,17	1,984	PCM711	4,1667	0,0095	29,17	1,4673	ok
PCG712		0,051		1,9491	PCM712		0,0165		1,431	ok
PCG713		0,044		1,98	PCM713		0,022		1,4866	ok
PCG721	6,25	0,34		2,8942	PCM721	6,25	0,082		1,685	ok
PCG722		0,43		2,93	PCM722		0,105		1,66	ok
PCG723		0,503		2,96	PCM723		0,11		1,704	ok
PCG731	8,33	1,789		4,25	PCM731	8,33	0,436		2,024	ok
PCG732		1,81		4,23	PCM732		0,393		1,9786	ok
PCG733		1,74		4,167	PCM733		0,51		2,0175	ok
PCG741	10,4	6,51		6,14	PCM741	10,416	1,364		2,4719	ok
PCG742		6,6		6,155	PCM742		1,18		2,42	ok
PCG743		6,8		6,01	PCM743		1,417		2,45	ok

Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan (lanjutan)

Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
PCG811	4,1667	0,042	33,33	2,4196	PCM811	4,1667	0,0085	33,33	1,763	ok
PCG812		0,062		2,32	PCM812		0,016		1,6594	ok
PCG813		0,071		2,52	PCM813		0,0216		1,8846	ok
PCG821	6,25	0,375		3,579	PCM821	6,25	0,088		2,0597	ok
PCG822		0,426		3,401	PCM822		0,103		1,9467	ok
PCG823		0,52		3,72	PCM823		0,121		2,145	ok
PCG831	8,33	1,78		5,25	PCM831	8,33	0,434		2,463	ok
PCG832		1,89		5,03	PCM832		0,46		2,3344	ok
PCG833		2,072		5,48	PCM833		0,47		2,56	ok
PCG841	10,416	5,68		7,545	PCM841	10,416	1,35		3,005	ok
PCG842		5,83		7,219	PCM842		1,395		3,11	ok
PCG843		5,9		7,819	PCM843		1,46		3,12	ok
HCG511	4,1667	0,052		20,83	1,46	HCM511	4,1667		0,014	20,83
HCG512		0,05	1,16		HCM512	0,013		0,898	ok	
HCG513		0,051	1,35		HCM513	0,015		1,16	ok	
HCG521	6,25	0,409	2,083		HCM521	6,25	0,104	1,317	ok	
HCG522		0,401	1,685		HCM522		0,1	1,03	ok	
HCG523		0,405	1,8493		HCM523		0,108	1,23	ok	
HCG531	8,33	1,85	3,04		HCM531	8,33	0,456	1,547	ok	
HCG532		1,827	2,52		HCM532		0,44	1,2357	ok	
HCG533		1,83	2,62		HCM533		0,46	1,4278	ok	
HCG541	10,416	5,78	4,334		HCM541	10,416	1,39	1,858	ok	
HCG542		5,76	3,71		HCM542		1,38	1,519	ok	
HCG543		5,77	3,73		HCM543		1,41	1,69	ok	
HCG611	4,1667	0,052	25		1,57	HCM611	4,1667	0,014	25	
HCG612		0,07		1,589	HCM612	0,021		1,18		ok
HCG613		0,063		1,448	HCM613	0,0129		1,17		ok
HCG621	6,25	0,405		2,2891	HCM621	6,25	0,103	1,38		ok
HCG622		0,467		2,345	HCM622		0,118	1,384		ok
HCG623		0,45		2,18	HCM623		0,099	1,37		ok
HCG631	8,33	1,83		3,4	HCM631	8,33	0,4518	1,655		ok
HCG632		1,99		3,6	HCM632		0,46	1,66		ok
HCG633		1,798		3,52	HCM633		0,441	1,563		ok
HCG641	10,416	5,78		5,005	HCM641	10,416	1,39	2,037		ok
HCG642		5,8		5,21	HCM642		1,38	2,05		ok
HCG643		5,6		5,038	HCM643		1,39	1,93		ok

Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan (lanjutan)

Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
HCG711	4,1667	0,047	29,17	2,09	HCM711	4,1667	0,013	29,17	1,55	ok
HCG712		0,052		2,01	HCM712		0,016		1,56	ok
HCG713		0,077		1,9915	HCM713		0,02		1,49	ok
HCG721	6,25	0,399		3,09	HCM721	6,25	0,101		1,81	ok
HCG722		0,42		3,02	HCM722		0,109		1,82	ok
HCG723		0,458		2,928	HCM723		0,116		1,84	ok
HCG731	8,33	1,84		4,63	HCM731	8,33	0,453		2,18	ok
HCG732		1,923		4,5	HCM732		0,46		2,2	ok
HCG733		1,96		4,37	HCM733		0,43		2,07	ok
HCG741	10,416	5,8		6,81	HCM741	10,416	1,39		2,7	ok
HCG742		5,91		6,72	HCM742		1,42		2,74	ok
HCG743		5,96		6,42	HCM743		1,43		2,8	ok
HCG811	4,1667	0,0658	33,33	2,5	HCM811	4,1667	0,018	33,33	1,784	ok
HCG812		0,08		2,41	HCM812		0,017		1,754	ok
HCG813		0,1		2,32	HCM813		0,019		1,67	ok
HCG821	6,25	0,436		3,83	HCM821	6,25	0,11		2,119	ok
HCG822		0,45		3,92	HCM822		0,118		2,13	ok
HCG823		0,433		3,78	HCM823		0,137		1,97	ok
HCG831	8,33	1,93		5,83	HCM831	8,33	0,4578		2,6	ok
HCG832		1,92		5,92	HCM832		0,484		2,59	ok
HCG833		1,96		5,82	HCM833		0,47		2,42	ok
HCG841	10,416	5,95		8,65	HCM841	10,416	1,42		3,26	ok
HCG842		6,12		8,32	HCM842		1,449		3,25	ok
HCG843		6,31		8,04	HCM843		1,518		3,03	ok
PZG511	4,1667	0,0426	20,83	1,4087	PZM511	4,1667	0,01087	20,83	1,0927	ok
PZG512		0,0679		1,4061	PZM512		0,016		1,1089	ok
PZG513		0,068		1,825	PZM513		0,0116		1,448	ok
PZG521	6,25	0,373		2,008	PZM521	6,25	0,0909		1,25	ok
PZG522		0,368		1,96	PZM522		0,091		1,25	ok
PZG523		0,432		2,567	PZM523		0,104		1,6521	ok
PZG531	8,33	1,78		2,93	PZM531	8,33	0,43		1,4771	ok
PZG532		1,76		2,83	PZM532		0,42		1,46	ok
PZG533		1,91		3,71	PZM533		0,467		1,94	ok
PZG541	10,416	5,63		4,26	PZM541	10,416	1,35		1,79	ok
PZG542		5,83		4,1	PZM542		1,398		1,765	ok
PZG543		5,85		4,3	PZM543		1,4		2,33	ok

Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan (lanjutan)

Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
PZG611	4,1667	0,044	25	1,916	PZM611	4,1667	0,01	25	1,4571	ok
PZG612		0,05		1,97	PZM612		0,013		1,52	ok
PZG613		0,088		2,0019	PZM613		0,023		1,53	ok
PZG621	6,25	0,376		2,749	PZM621	6,25	0,091		1,6683	ok
PZG622		0,379		2,81	PZM622		0,1		1,67	ok
PZG623		0,381		2,862	PZM623		0,121		1,755	ok
PZG631	8,33	1,786		4,004	PZM631	8,33	0,436		1,97	ok
PZG632		1,882		4,07	PZM632		0,45		2,041	ok
PZG633		1,93		4,17	PZM633		0,47		2,07	ok
PZG641	10,416	5,66		5,78	PZM641	10,416	1,357		2,39	ok
PZG642		6,8		5,87	PZM642		1,388		2,42	ok
PZG643		6,91		6,04	PZM643		1,468		2,51	ok
PZG711	4,1667	0,0428	29,17	2,316	PZM711	4,1667	0,008	29,17	1,6941	ok
PZG712		0,064		2,28	PZM712		0,0155		1,6623	ok
PZG713		0,07		2,32	PZM713		0,023		1,73	ok
PZG721	6,25	0,368		3,436	PZM721	6,25	0,085		1,98	ok
PZG722		0,412		3,4	PZM722		0,099		2,03	ok
PZG723		0,36		3,38	PZM723		0,117		1,993	ok
PZG731	8,33	1,78		5,07	PZM731	8,33	0,434		2,37	ok
PZG732		1,875		5,0492	PZM732		0,457		2,43	ok
PZG733		1,76		4,93	PZM733		0,505		2,51	ok
PZG741	10,416	5,65		7,34	PZM741	10,416	1,35		2,909	ok
PZG742		5,78		7,32	PZM742		1,38		2,88	ok
PZG743		5,68		7,11	PZM743		1,455		2,87	ok
PZG811	4,1667	0,041	33,33	2,8	PZM811	4,1667	0,007	33,33	2,02	ok
PZG812		0,063		2,69	PZM812		0,014		1,942	ok
PZG813		0,084		3,28	PZM813		0,02		2,14	ok
PZG821	6,25	0,358		4,227	PZM821	6,25	0,08		2,39	ok
PZG822		0,35		4,09	PZM822		0,09		2,43	ok
PZG823		0,362		4,42	PZM823		0,11		2,45	ok
PZG831	8,33	1,77		6,25	PZM831	8,33	0,432		2,882	ok
PZG832		1,871		6,07	PZM832		0,42		2,79	ok
PZG833		2,07		6,54	PZM833		0,498		3,02	ok
PZG841	10,416	5,62		9,01	PZM841	10,416	1,34		3,53	ok
PZG842		5,52		8,76	PZM842		1,42		3,42	ok
PZG843		5,64		9,45	PZM843		1,66		3,7	ok

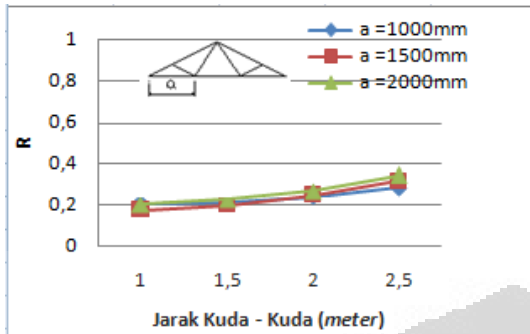
Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan (lanjutan)

Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
HZG511	4,1667	0,053	20,83	1,77	HZM511	4,1667	0,014	20,83	1,3944	ok
HZG512		0,04		1,38	HZM512		0,01		1,35	ok
HZG513		0,037		1,64	HZM513		0,0095		1,33	ok
HZG521	6,25	0,403		2,52	HZM521	6,25	0,104		1,586	ok
HZG522		0,4		2,32	HZM522		0,11		1,62	ok
HZG523		0,377		2,27	HZM523		0,097		1,53	ok
HZG531	8,33	1,85		3,699	HZM531	8,33	0,4567		1,87	ok
HZG532		1,8		3,4	HZM532		0,42		1,78	ok
HZG533		1,75		3,24	HZM533		0,433		1,74	ok
HZG541	10,416	5,74		5,29	HZM541	10,416	1,38		2,25	ok
HZG542		5,7	4,49	HZM542	1,36		1,82	ok		
HZG543		5,71	4,64	HZM543	1,392		2,0759	ok		
HZG611	4,1667	0,052	25	1,883	HZM611	4,1667	0,014	25	1,426	ok
HZG612		0,079		1,92	HZM612		0,012		1,42	ok
HZG613		0,045		1,803	HZM613		0,013		1,35	ok
HZG621	6,25	0,402		2,76	HZM621	6,25	0,102		1,659	ok
HZG622		0,4		2,73	HZM622		0,116		1,61	ok
HZG623		0,397		2,77	HZM623		0,11		1,62	ok
HZG631	8,33	1,83		4,12	HZM631	8,33	0,44		1,99	ok
HZG632		1,82		4,11	HZM632		0,43		1,92	ok
HZG633		1,88		4,2	HZM633		0,43		1,89	ok
HZG641	10,416	5,74		6,06	HZM641	10,416	1,38		2,45	ok
HZG642		5,8	6,1	HZM642	1,35		2,35	ok		
HZG643		5,62	6,021	HZM643	1,35		2,34	ok		
HZG711	4,1667	0,049	29,17	2,48	HZM711	4,1667	0,013	29,17	1,833	ok
HZG712		0,052		2,45	HZM712		0,017		1,81	ok
HZG713		0,077		2,409	HZM713		0,014		1,9	ok
HZG721	6,25	0,39		3,72	HZM721	6,25	0,101		2,15	ok
HZG722		0,04		3,73	HZM722		0,102		2,1	ok
HZG723		0,045		3,92	HZM723		0,114		2,09	ok
HZG731	8,33	1,83		5,59	HZM731	8,33	0,452		2,6	ok
HZG732		1,82		5,6	HZM732		0,42		2,62	ok
HZG733		1,89		5,78	HZM733		0,46		2,65	ok
HZG741	10,416	5,77		8,22	HZM741	10,416	1,38		3,23	ok
HZG742		5,78	81	HZM742	1,39		3,24	ok		
HZG743		5,81	8,3	HZM743	1,4		3,31	ok		

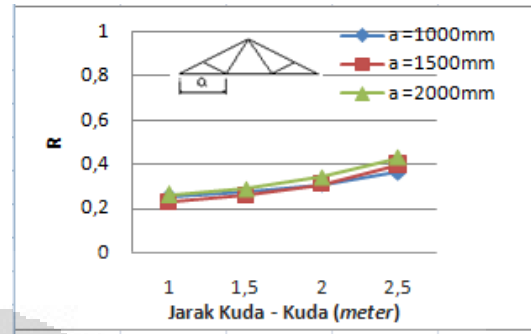
Tabel 4.5 Tabel Pengecekan Lendutan (lanjutan)

Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Nama Kuda - Kuda	Lendutan				Ket
	Ijin	Gording	Ijin	Kuda2		Ijin	Gording	Ijin	Kuda2	
HZG811	4,1667	0,067	33,33	2,99	HZM811	4,1667	0,018	33,33	2,115	ok
HZG812		0,08		2,83	HZM812		0,015		2,009	ok
HZG813		0,101		2,805	HZM813		0,027		2,0096	ok
HZG821	6,25	0,435		4,63	HZM821	6,25	0,11	2,53	ok	
HZG822		0,45		4,7	HZM822		0,1	2,52	ok	
HZG823		0,52		4,68	HZM823		0,18	2,49	ok	
HZG831	8,33	1,935		7,1	HZM831	8,33	0,476	3,12	ok	
HZG832		1,95		7,2	HZM832		0,45	3,2	ok	
HZG833		1,98		7,18	HZM833		0,41	3,2	ok	
HZG841	10,416	5,9		10,54	HZM841	10,416	1,42	3,93	ok	
HZG842		5,72	11,3	HZM842	1,41		3,91	ok		
HZG843		5,89	9,78	HZM843	1,43		3,823	ok		

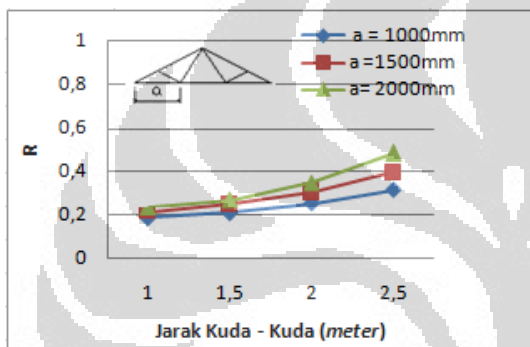
4.3 GRAFIK HASIL OUTPUT NILAI R RUNNING SAP 2000



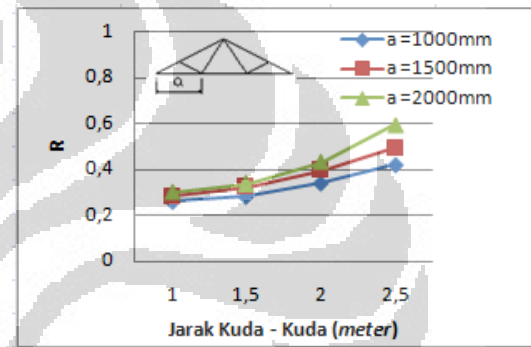
Gra 4.1: Simple Fink, Profil C, Bntg 5m, Metal Roof



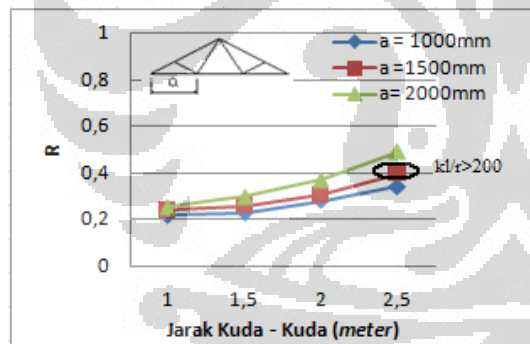
Gra 4.5 Simple Fink, Profil Z, Bntg 5m, Metal Roof



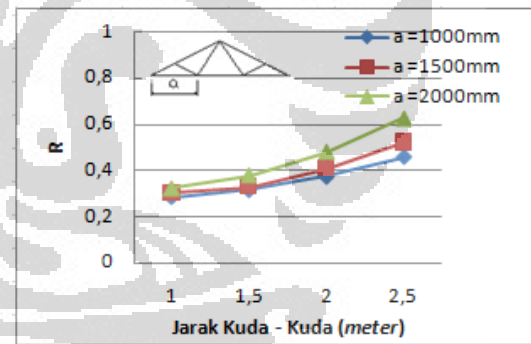
Gra 4.2 :Simple Fink,Profil C, Bntg 6m, Metal Roof



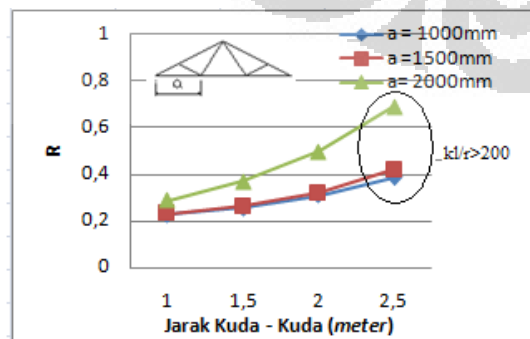
Gra 4.6 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 6m, Metal Roof



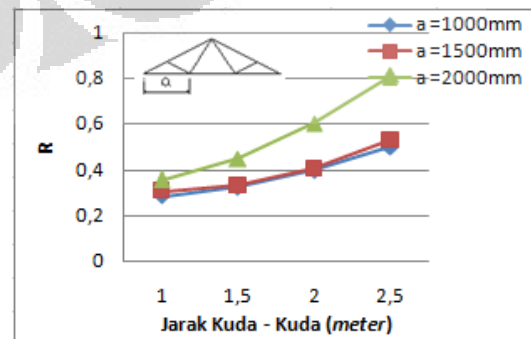
Gra 4.3 :Simple Fink,Profil C, Bntg 7m, Metal Roof



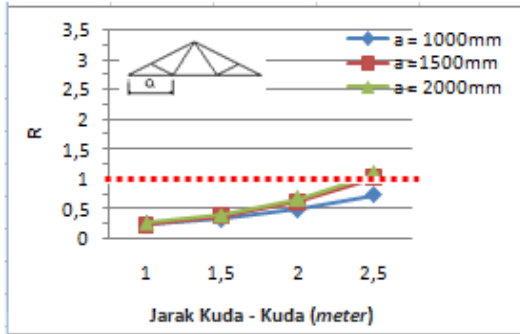
Gra 4.7 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 7m, Metal Roof



Gra 4.4 : Simple Fink,Profil C,Bntg 8m, Metal Roof



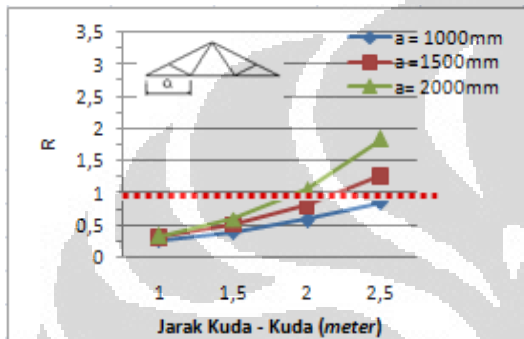
Gra 4.8 :Simple Fink, Profil Z,Bntg 8m, Metal Roof



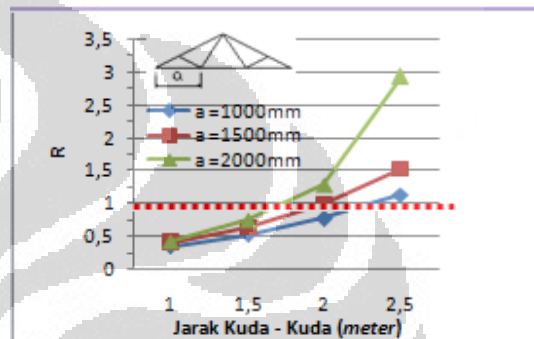
Gra 4.9 : Simple Fink,Profil C,Bntg 5m, Genteng



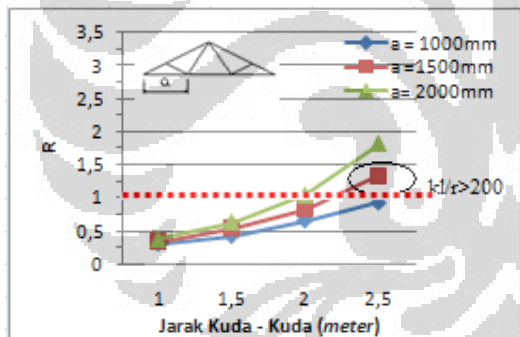
Gra 4.13 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 5m, Genteng



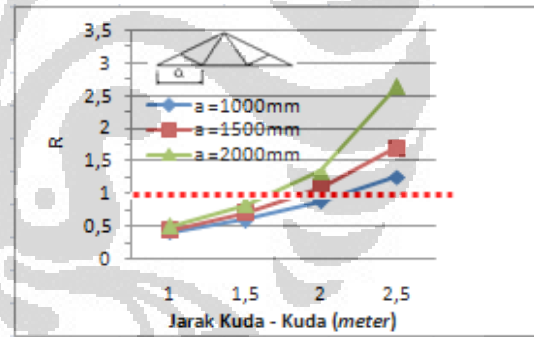
Gra 4.10 : Simple Fink,Profil C,Bntg 6m, Genteng



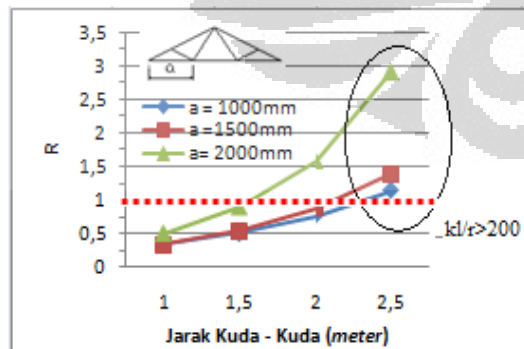
Gra 4.14 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 6m,Genteng



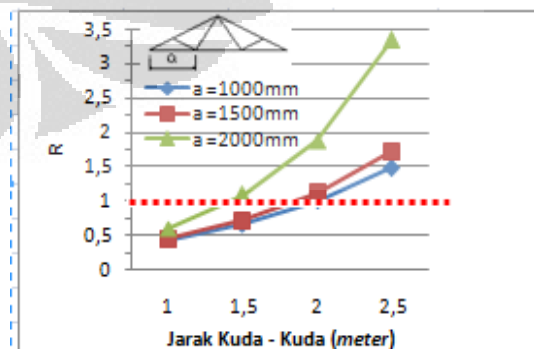
Gra 4.11 : Simple Fink,Profil C,Bntg 7m,Genteng



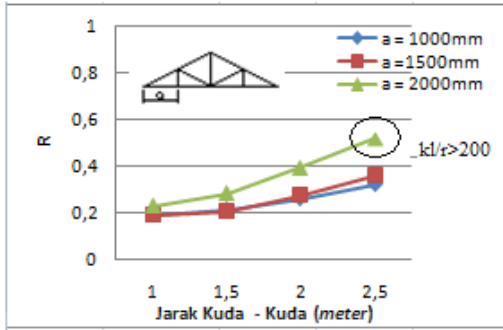
Gra 4.15 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 7m,Genteng



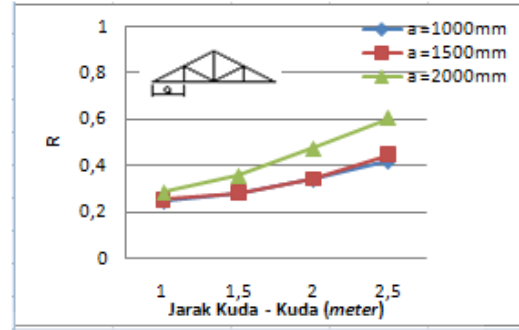
Gra 4.12 : Simple Fink,Profil C,Bntg 8m,Genteng



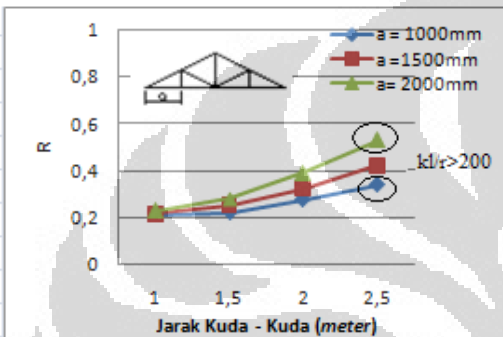
Gra 4.16 : Simple Fink,Profil Z,Bntg 8m,Genteng



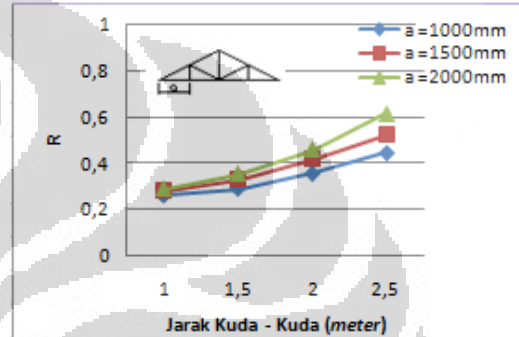
Gra4.17 Tipe Howe, Profil C, Bentang 5m, Metal Roof



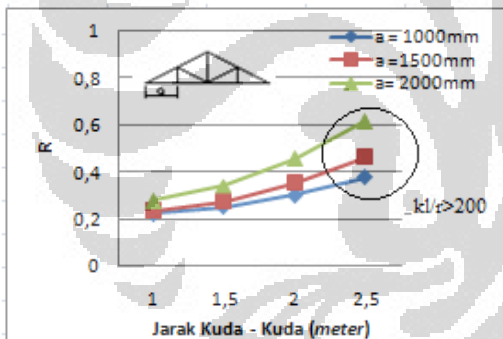
Gra4.21 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 5m, Metal Roof



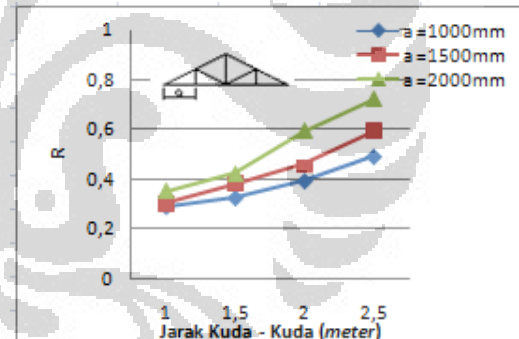
Gra4.18 Tipe Howe, Profil C, Bentang 6m, Metal Roof



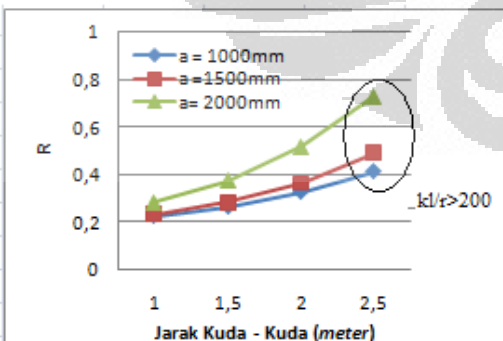
Gra4.22 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 6m, Metal Roof



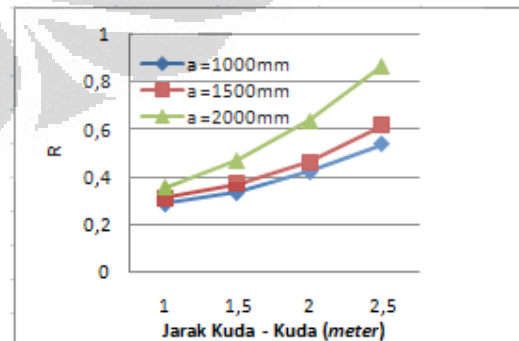
Gra4.19 Tipe Howe, Profil C, Bentang 7m, Metal Roof



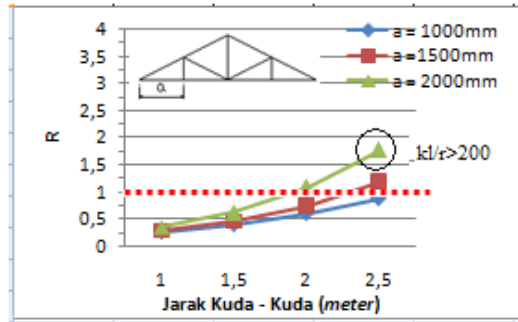
Gra4.23 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 7m, Metal Roof



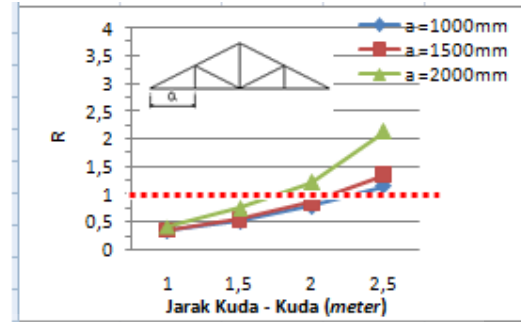
Gra4.20 Tipe Howe, Profil C, Bentang 8m, Metal Roof



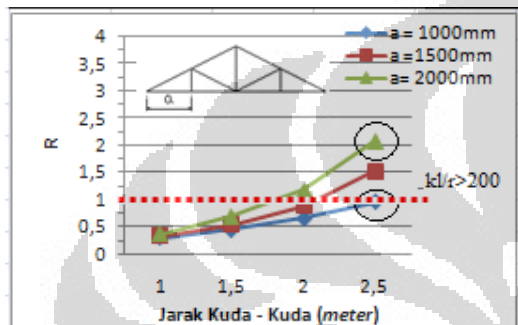
Gra4.24 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 8m, Metal Roof



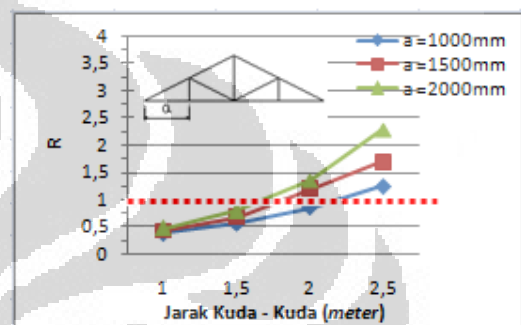
Gra 4.25 Tipe Howe, Profil C, Bentang 5m, Genteng



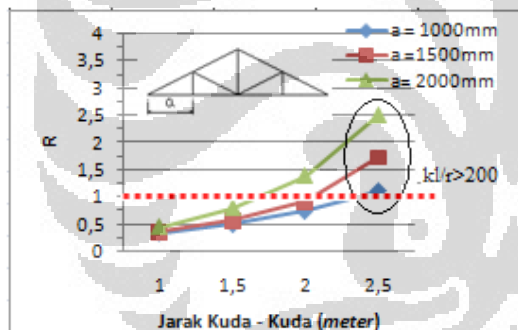
Gra 4.29 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 5m, Genteng



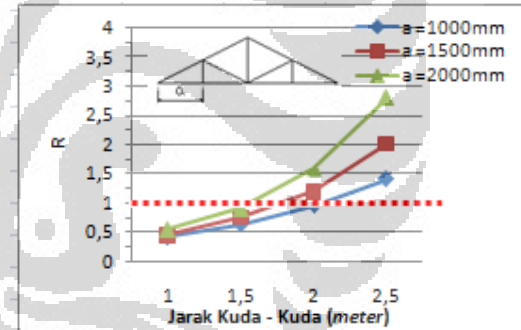
Gra 4.26 Tipe Howe, Profil C, Bentang 6m, Genteng



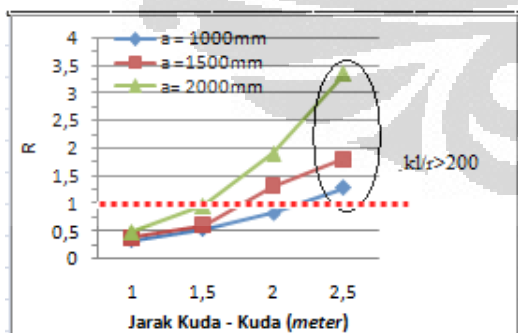
Gra 4.30 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 6m, Genteng



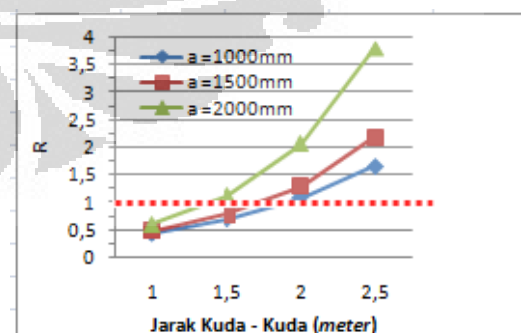
Gra 4.27 Tipe Howe, Profil C, Bentang 7m, Genteng



Gra 4.31 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 7m, Genteng



Gra 4.28 Tipe Howe, Profil C, Bentang 8m, Genteng



Gra 4.32 Tipe Howe, Profil Z, Bentang 5m, Genteng

4.4 ANALISIS HASIL GRAFIK YANG DIPEROLEH

Dari hasil running permodelan SAP sebanyak 384 model dengan memvariasikan tipe kuda – kuda, tipe profil yang digunakan, bentangan kuda – kuda, jarak a, jarak antar kuda – kuda, dan jenis penutup atap dapat diperoleh data – data seperti yang telah dicantumkan sebelumnya. Adapun 32 grafik hasil output yang menggambarkan hasil tampilan data tersebut.

Dari hasil tampilan grafik yang diperoleh dapat dilihat adanya kenaikan nilai R terhadap pengaruh variasi jarak bentangan, variasi jarak antar kuda – kuda, variasi jarak a, dan variasi dari jenis penutup atap. Nilai R yang melewati angka 1 dikategorikan tidak aman karena telah melewati ambang kekuatan dari profil yang digunakan.

Dari ke 32 grafik tersebut dapat diperoleh beberapa perbandingan yaitu :

a. Pengaruh Jenis Material Penutup Atap

Dalam permodelan ini dilakukan perbandingan lendutan maupun nilai R material penutup atap yaitu genteng maupun metal roof untuk masing – masing kuda – kuda.

Tabel 4.6 : Perbandingan Lendutan Atap Genteng terhadap Metal Roof

Jenis Kuda2	Tipe Profil	perbandingan genteng / metal roof
Simple Fink	C	1,89 x
	Z	1,96 x
Howe	C	2,01 x
	Z	2,03 x

Dari tabel 4.6 ditunjukkan bahwa kenaikan lendutan pada atap genteng terhadap metal roof jauh lebih besar yaitu kurang lebih 2 kali lendutan yang dihasilkan oleh penutup metal roof. Misalnya untuk kuda – kuda tipe Simple Fink dengan tipe profil C diperoleh kenaikan lendutan rata – rata atap genteng terhadap metal roof sebesar 1,89 kali. Untuk tipe kuda – kuda Simple Fink dengan tipe profil Z didapatkan kenaikan lendutan rata – rata atap genteng terhadap metal roof sebesar 1,96 kali. Sedangkan untuk tipe Howe untuk profil C dan Z kenaikan lendutan rata – rata berkisar 2,01 dan 2,03 kali lendutan yang dihasilkan oleh kuda – kuda dengan penutup atap metal roof. Hal ini dapat disebabkan karena beban

yang ditanggung berbeda dengan penutup atap genteng yaitu 50 kg/m² sedangkan untuk metal roof yaitu sebesar 11 kg/m².

Tabel 4.7: Perbandingan nilai R Atap Genteng terhadap Metal Roof

Jenis Kuda2	Tipe Profil	perbandingan atap genteng / metal roof
Simple Fink	C	2,54 x
	Z	2,56 x
howe	C	2,75 x
	Z	2,61 x

Dari ke 32 grafik yang ditampilkan sebelumnya dapat diketahui terjadinya kenaikan nilai R terhadap variasi bentangan kuda – kuda 5m, 6m, 7m, dan 8m pada masing – masing tipe kuda – kuda baik itu tipe Howe dan Simple Fink. Pengaruh penggunaan material penutup atap pun tampak jelas terhadap kenaikan nilai R yang dihasilkan. Penutup atap dari genteng yang diketahui memiliki beban yang lebih berat dibandingkan metal roof memberikan perbandingan kenaikan nilai R dapat mencapai 2,5-2,75 kali nilai R yang dihasilkan atap metal roof. Misalnya untuk tipe kuda – kuda Simple Fink dengan menggunakan tipe profil C, perbandingan nilai R yang dihasilkan oleh kuda – kuda beratap genteng 2,54 kali lebih besar dibandingkan kuda – kuda dengan penutup atap metal roof. Begitu pun dengan kuda – kuda Simple Fink dengan tipe profil Z menunjukkan angka 2,56 kali nilai R yang dihasilkan kuda – kuda dengan beratap genteng dibandingkan dengan metal roof

b. Pengaruh Tipe Profil Z terhadap C

Penggunaan tipe profil yang berbeda ternyata menunjukkan hasil yang berbeda terhadap suatu desain kuda – kuda yang aman. Hasil lendutan maupun nilai R yang dihasilkan menunjukkan nilai yang berbeda satu sama lain. Adapun hasil kenaikan lendutan rata – rata dan kenaikan nilai R dapat ditunjukkan pada tabel 4.8 dan 4.9 di bawah ini. Kenaikan nilai R yang berbeda ini dapat dilihat dari grafik 4.1 hingga 4.32 yang menunjukkan kenaikan nilai R baik itu terhadap variasi bentangan kuda – kuda, variasi jarak a, variasi jarak antar kuda – kuda, penutup atap, dan juga pengaruh penggunaan tipe profil.

Tabel 4.8 Perbandingan kenaikan lendutan tipe profil Z terhadap C

Jenis Kuda2	Penutup Atap	Perbandingan kenaikan Lendutan tipe profil Z thdp C(%)
Simple Fink	metal roof	18,41
	genteng	23,07
howe	metal roof	21,34
	genteng	22,93

Dari tabel 4.8 dapat diketahui terjadinya kenaikan lendutan dengan adanya perbedaan penggunaan tipe profil baja ringan untuk desain kuda – kuda. Misalnya untuk tipe kuda – kuda Simple Fink dengan penutup metal roof diperoleh kenaikan lendutan tipe profil Z terhadap C sebesar 18,41%. Kenaikan lendutan yang terjadi antara tipe profil Z terhadap C berkisar anatar 18% hingga 23%.Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari properti penampang terutama Inersia dari profil yang berbeda satu sama lain.

Tabel 4.9 Perbandingan kenaikan nilai R tipe profil Z terhadap C

Jenis Kuda2	Penutup Atap	Perbandingan kenaikan nilai R tipe profil Z thdp C(%)
Simple Fink	metal roof	27,81
	genteng	28,69
howe	metal roof	25,48
	genteng	19,29

Pengaruh penggunaan tipe profil yang berbeda nampak jelas terhadap kenaikan nilai R yang dihasilkan. Dari tabel 4.9 dapat diketahui bahwa nilai R yang dihasilkan oleh tipe profil Z lebih besar dibandingkan dengan nilai R yang dihasilkan oleh kuda – kuda dengan penggunaan tipe profil C. Kenaikan nilai R tipe profil Z terhadap profil C yang diperoleh untuk desain kuda – kuda Simple Fink dan Howe yang dimodelkan dalam SAP 2000 berkisar 19% hingga 28%.

C. Pengaruh penggunaan tipe kuda kuda

Ternyata penggunaan tipe kuda – kuda dapat menimbulkan perbedaan terhadap lendutan maupun nilai R yang ditimbulkan. Tipe kuda – kuda Simple Fink dan Howe menunjukkan hasil yang berbeda yang dapat dilihat pada tabel 4.10 dan

4.11 yang menunjukkan kenaikan lendutan dan kenaikan nilai R yang diperoleh dari masing – masing tipe desain kuda – kuda

Tabel 4.10 Perbandingan kenaikan lendutan tipe kuda – kuda Howe terhadap Simple Fink

Penutup Atap	Tipe Profil	Perbandingan kenaikan lendutan tipe howe thdp Simple Fink (%)
metal roof	C	2,81
	Z	5,35
genteng	C	9,20
	Z	9,08

Dari tabel di atas dapat ditunjukkan kenaikan lendutan yang kurang lebih berkisar antara 2% hingga 9% antara tipe kuda – kuda Howe terhadap Simple Fink. Perbedaan ini tidaklah terlalu besar yang menunjukkan antara kedua tipe kuda – kuda ini menunjukkan kemampuan yang hampir sama dan tidak jauh berbeda

Tabel 4.11 Perbandingan kenaikan nilai R tipe kuda – kuda Howe terhadap Simple Fink

Penutup Atap	Tipe Profil	Perbandingan kenaikan nilai R tipe howe thdp Simple Fink(%)
metal roof	C	10,82
	Z	8,81
genteng	C	20,05
	Z	11,29

Dari tabel di atas dapat ditunjukkan kenaikan nilai R yang kurang lebih berkisar antara 8 % hingga 20% antara tipe kuda – kuda Howe terhadap Simple Fink. Dari tabel 4.11 dapat diketahui bahwa kenaikan nilai R yang ditunjukkan pada tipe kuda – kuda Howe lebih besar dibandingkan kenaikan nilai R yang ditunjukkan oleh tipe kuda – kuda Simple Fink. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tipe kuda – kuda Simple Fink memiliki desain yang lebih aman dibandingkan dengan tipe kuda – kuda Howe namun tidaklah berbeda jauh.

Dari ke 32 grafik yang ditampilkan dan analisis terhadap lendutan dan nilai R yang diperoleh dapat dikeluarkan kesimpulan *range* batas aman dalam mendesain kuda – kuda rumah tinggal.

Tabel 4.12 Tabel Batas Aman Desain Kuda - Kuda

Tipe Kuda2	Bentangan (meter)	Penutup Atap	Profil	Range Desain Aman		
				Jarak antar Kuda2 (meter)	Jarak a (mm)	
Simple Fink	5	Metal Roof	C	1 - 2,5	1000 - 2000	
			Z	1 - 2,5	1000 - 2000	
	6		C	1 - 2,5	1000 - 2000	
			Z	1 - 2,5	1000 - 2000	
	7		C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2	1000 - 2000	
	8		C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2	1000 - 2000	
	Genteng		5	C	1 - 2	1000 - 2000
				Z	1 - 2	1000 - 2000
			6	C	1 - 1,5	1000 - 2000
				Z	1 - 1,5	1000 - 2000
7		C	1 - 1,5	1000 - 2000		
		Z	1 - 1,5	1000 - 2000		
8	C	1 - 1,5	1000 - 1500			
	Z	1 - 1,5	1000 - 1500			
Howe	5	Metal Roof	C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2,5	1000 - 2000	
	6		C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2	1000 - 2000	
	7		C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2	1000 - 2000	
	8		C	1 - 2	1000 - 2000	
			Z	1 - 2	1000 - 2000	
	Genteng		5	C	1 - 1,5	1000 - 2000
				Z	1 - 1,5	1000 - 2000
			6	C	1 - 1,5	1000 - 2000
				Z	1 - 1,5	1000 - 2000
			7	C	1 - 1,5	1000 - 2000
				Z	1 - 1,5	1000 - 2000
8	C	1 - 1,5	1000 - 1500			
	Z	1 - 1,5	1000 - 1500			

BAB 5

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil permodelan 384 model dengan menggunakan program SAP 2000 dapat disimpulkan bahwa :

a. Kekuatan dan desain suatu kuda – kuda dipengaruhi oleh beberapa hal :

- Bentangan kuda – kuda yang digunakan.

Makin besar suatu bentangan maka makin rawan pula desain kuda – kuda terhadap bahaya keruntuhan ataupun buckling

- Jarak antar kuda – kuda.

Jarak antar kuda - kuda yang semakin besar mempengaruhi kekuatan yang dapat dipikul oleh suatu kuda – kuda yang berintegrasi bersama menjadi struktur atap. Makin besar jaraknya maka makin rawan pula. Oleh karena itu perlu dilakukan pembatasan jarak antar kuda – kuda untuk menghindari keruntuhan pada kuda – kuda yang memikul beban atap

- Jarak a.

Jarak a yang semakin besar ternyata memberikan dampak terhadap kekuatan suatu kuda – kuda yang memikul beban atap baik itu genteng, metal roof, hujan, angin, maupun pekerja.

b. Pengaruh penggunaan jenis material penutup atap terhadap desain kuda – kuda.

Dari hasil permodelan kuda – kuda dengan menggunakan penutup atap genteng diperoleh lendutan yang 2 kali lebih besar dibandingkan lendutan kuda – kuda dengan penutup atap metal roof. Dari hasil permodelan dapat diketahui nilai R yang dihasilkan kuda – kuda penutup atap genteng sekitar 2,7 kali lebih besar dibandingkan dengan kuda – kuda penutup metal roof.

c. Pengaruh penggunaan tipe profil C dan Z terhadap desain kuda – kuda

Dari hasil permodelan dan analisis diketahui bahwa penggunaan profil C maupun profil Z akan memberikan hasil kekuatan desain yang berbeda. Hal ini disebabkan Inersia yang berbeda dari masing – masing properti penampang profil C maupun profil Z. Tipe Profil Z memiliki persentase kenaikan lendutan berkisar 18%– 23% terhadap tipe profil C. Sedangkan persentase kenaikan

nilai R tipe profil Z terhadap C berkisar 19% - 28%. Sehingga dapat disimpulkan penggunaan profil C akan memberikan desain yang lebih aman dibandingkan kuda – kuda dengan tipe profil Z.

- d. Pengaruh penggunaan tipe kuda – kuda tipe Simple Fink dan Howe terhadap desain kuda – kuda

Dari hasil permodelan kuda – kuda dapat diketahui bahwa lendutan dan nilai R yang dihasilkan oleh tipe kuda – kuda Howe lebih besar dibandingkan tipe Simple Fink. Terjadi kenaikan lendutan sekitar 2% hingga 9%. Terjadi pula kenaikan nilai R tipe kuda – kuda Howe terhadap Simple Fink berkisar 8% hingga 20%. Dari persentase kenaikan lendutan maupun kenaikan nilai R yang ditunjukkan, dapat disimpulkan bahwa tipe kuda – kuda tipe Simple Fink memiliki stabilitas desain yang lebih baik dibandingkan dengan tipe kuda – kuda Howe untuk desain kuda – kuda rumah tinggal.

5.2 SARAN

- a. Sulitnya mendapatkan data yang dimiliki oleh masing – masing perusahaan baja ringan. Sehingga membutuhkan koordinasi yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya.
- b. Suatu desain kuda – kuda bukan hanya ditentukan oleh kekuatan profilnya tetapi ditentukan pula oleh kekuatan sambungannya. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk meneliti lebih lanjut mengenai kekuatan sambungan pada profil baja ringan. Sehingga diharapkan pada masa yang akan datang, acuan atau kesimpulan yang ada dapat saling melengkapi
- c. Posisi batang – batang pengaku pun menjadi suatu hal yang layak untuk diperhatikan dalam suatu desain kuda – kuda. Dalam desain ini lebih mengacu letak bracing telah ditentukan pada permodelan. Dalam penelitian – penelitian mendatang dapat lebih diteliti mengenai peletakkan batang – batang bracing.
- d. Perkembangan penggunaan baja ringan yang marak akhir – akhir ini seharusnya menimbulkan kesadaran bahwa Indonesia sudah saatnya harus memiliki suatu standar tersendiri mengenai desain baja ringan.

DAFTAR REFERENSI

- Wei-Wen Yu. (2000). *Cold-formed steel design* (3rd ed.). New York: John Willey & Sons, Inc
- AISI. (1983). *Cold-Formed Steel Design Manual* (3rd ed.). New York : W.P.Reyman Associates,Inc.
- Hibbeler, R. C. (1993). *Statics and mechanics of materials* (6th ed). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hancock, Gregory J., Murray, Thomas M., & Ellifritt, Duane S. (2001). *Cold-formed steel structures to the AISI specification*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- James Ambrose, Patrick Tripeny, (2007) *Simplified Design of Steel Structures.8th edition* (New Jersey : John Wiley & Sons Inc.,)
- Yusuf, Hilman. 2007."Studi Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Pryda Dengan Rangka Atap Kayu Konvensional (Studi Kasus : Beberapa Proyek Rumah Tinggal Dengan Tipe Atap Yang Berbeda)."Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Umum,Departemen Pekerjaan. 1987.*Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU
- Umum,Departemen Pekerjaan.2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan dan Gedung*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU

LAMPIRAN

PENAMAAN JENIS KUDA – KUDA PERMODELAN

Tabel 1 : Penamaan Kuda – Kuda Tipe Pratt Profil C

TIPE KUDA KUDA	JENIS PROFIL	BENTANG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	a=1500	a=2000	
Pratt	C	5	1	genteng	PCG511	PCG512	PCG513	
				metal roof	PCM511	PCM512	PCM513	
			1,5	genteng	PCG521	PCG522	PCG523	
				metal roof	PCM521	PCM522	PCM523	
			2	genteng	PCG531	PCG532	PCG533	
				metal roof	PCM531	PCM532	PCM533	
			2,5	genteng	PCG541	PCG542	PCG543	
				metal roof	PCM541	PCM542	PCM543	
			6	1	genteng	PCG611	PCG612	PCG613
					metal roof	PCM611	PCM612	PCM613
				1,5	genteng	PCG621	PCG622	PCG623
					metal roof	PCM621	PCM622	PCM623
		2		genteng	PCG631	PCG632	PCG633	
				metal roof	PCM631	PCM632	PCM633	
		2,5		genteng	PCG641	PCG642	PCG643	
				metal roof	PCM641	PCM642	PCM643	
		7		1	genteng	PCG711	PCG712	PCG713
					metal roof	PCM711	PCM712	PCM713
				1,5	genteng	PCG721	PCG722	PCG723
					metal roof	PCM721	PCM722	PCM723
			2	genteng	PCG731	PCG732	PCG733	
				metal roof	PCM731	PCM732	PCM733	
			2,5	genteng	PCG741	PCG742	PCG743	
				metal roof	PCM741	PCM742	PCM743	
			8	1	genteng	PCG811	PCG812	PCG813
					metal roof	PCM811	PCM812	PCM813
				1,5	genteng	PCG821	PCG822	PCG823
					metal roof	PCM821	PCM822	PCM823
		2		genteng	PCG831	PCG832	PCG833	
				metal roof	PCM831	PCM832	PCM833	
		2,5		genteng	PCG841	PCG842	PCG843	
				metal roof	PCM841	PCM842	PCM843	

Tabel 2 Penamaan Kuda – Kuda Tipe Howe Profil C

TIPE KUDA KUDA	JENIS PROFIL	BENTANG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	a=1500	a=2000
Howe	C	5	1	genteng	HCG511	HCG512	HCG513
				metal roof	HCM511	HCM512	HCM513
			1,5	genteng	HCG521	HCG522	HCG523
				metal roof	HCM521	HCM522	HCM523
			2	genteng	HCG531	HCG532	HCG533
				metal roof	HCM531	HCM532	HCM533
		2,5	genteng	HCG541	HCG542	HCG543	
			metal roof	HCM541	HCM542	HCM543	
		6	1	genteng	HCG611	HCG612	HCG613
				metal roof	HCM611	HCM612	HCM613
			1,5	genteng	HCG621	HCG622	HCG623
				metal roof	HCM621	HCM622	HCM623
			2	genteng	HCG631	HCG632	HCG633
				metal roof	HCM631	HCM632	HCM633
		2,5	genteng	HCG641	HCG642	HCG643	
			metal roof	HCM641	HCM642	HCM643	
		7	1	genteng	HCG711	HCG712	HCG713
				metal roof	HCM711	HCM712	HCM713
			1,5	genteng	HCG721	HCG722	HCG723
				metal roof	HCM721	HCM722	HCM723
			2	genteng	HCG731	HCG732	HCG733
				metal roof	HCM731	HCM732	HCM733
		2,5	genteng	HCG741	HCG742	HCG743	
			metal roof	HCM741	HCM742	HCM743	
		8	1	genteng	HCG811	HCG812	HCG813
				metal roof	HCM811	HCM812	HCM813
			1,5	genteng	HCG821	HCG822	HCG823
				metal roof	HCM821	HCM822	HCM823
			2	genteng	HCG831	HCG832	HCG833
				metal roof	HCM831	HCM832	HCM833
		2,5	genteng	HCG841	HCG842	HCG843	
			metal roof	HCM841	HCM842	HCM843	

Tabel 3 Penamaan Kuda – Kuda Tipe Pratt Profil Z

TIPE KUDA KUDA	JENIS PROFIL	BENTANG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	a=1500	a=2000	
Pratt	Z	5	1	genteng	PZG511	PZG512	PZG513	
				metal roof	PZM511	PZM512	PZM513	
			1,5	genteng	PZG521	PZG522	PZG523	
				metal roof	PZM521	PZM522	PZM523	
			2	genteng	PZG531	PZG532	PZG533	
				metal roof	PZM531	PZM532	PZM533	
			2,5	genteng	PZG541	PZG542	PZG543	
				metal roof	PZM541	PZM542	PZM543	
			6	1	genteng	PZG611	PZG612	PZG613
					metal roof	PZM611	PZM612	PZM613
				1,5	genteng	PZG621	PZG622	PZG623
					metal roof	PZM621	PZM622	PZM623
		2		genteng	PZG631	PZG632	PZG633	
				metal roof	PZM631	PZM632	PZM633	
		2,5		genteng	PZG641	PZG642	PZG643	
				metal roof	PZM641	PZM642	PZM643	
		7		1	genteng	PZG711	PZG712	PZG713
					metal roof	PZM711	PZM712	PZM713
				1,5	genteng	PZG721	PZG722	PZG723
					metal roof	PZM721	PZM722	PZM723
			2	genteng	PZG731	PZG732	PZG733	
				metal roof	PZM731	PZM732	PZM733	
			2,5	genteng	PZG741	PZG742	PZG743	
				metal roof	PZM741	PZM742	PZM743	
			8	1	genteng	PZG811	PZG812	PZG813
					metal roof	PZM811	PZM812	PZM813
				1,5	genteng	PZG821	PZG822	PZG823
					metal roof	PZM821	PZM822	PZM823
		2		genteng	PZG831	PZG832	PZG833	
				metal roof	PZM831	PZM832	PZM833	
		2,5		genteng	PZG841	PZG842	PZG843	
				metal roof	PZM841	PZM842	PZM843	

Tabel 4 Penamaan Kuda – Kuda Tipe Howe Profil Z

TIPE KUDA KUDA	JENIS PROFIL	BENTANG	Jarak Kuda Kuda	JENIS PENUTUP ATAP	a=1000	a=1500	a=2000	
Howe	Z	5	1	genteng	HZG511	HZG512	HZG513	
				metal roof	HZM511	HZM512	HZM513	
			1,5	genteng	HZG521	HZG522	HZG523	
				metal roof	HZM521	HZM522	HZM523	
			2	genteng	HZG531	HZG532	HZG533	
				metal roof	HZM531	HZM532	HZM533	
			2,5	genteng	HZG541	HZG542	HZG543	
				metal roof	HZM541	HZM542	HZM543	
			6	1	genteng	HZG611	HZG612	HZG613
					metal roof	HZM611	HZM612	HZM613
				1,5	genteng	HZG621	HZG622	HZG623
					metal roof	HZM621	HZM622	HZM623
		2		genteng	HZG631	HZG632	HZG633	
				metal roof	HZM631	HZM632	HZM633	
		2,5		genteng	HZG641	HZG642	HZG643	
				metal roof	HZM641	HZM642	HZM643	
		7		1	genteng	HZG711	HZG712	HZG713
					metal roof	HZM711	HZM712	HZM713
				1,5	genteng	HZG721	HZG722	HZG723
					metal roof	HZM721	HZM722	HZM723
			2	genteng	HZG731	HZG732	HZG733	
				metal roof	HZM731	HZM732	HZM733	
			2,5	genteng	HZG741	HZG742	HZG743	
				metal roof	HZM741	HZM742	HZM743	
			8	1	genteng	HZG811	HZG812	HZG813
					metal roof	HZM811	HZM812	HZM813
				1,5	genteng	HZG821	HZG822	HZG823
					metal roof	HZM821	HZM822	HZM823
		2		genteng	HZG831	HZG832	HZG833	
				metal roof	HZM831	HZM832	HZM833	
		2,5		genteng	HZG841	HZG842	HZG843	
				metal roof	HZM841	HZM842	HZM843	

Contoh Penamaan Kuda – Kuda :

HZM841 : artinya Tipe Kuda – Kuda Howe, Profil Z, Metal Roof, Bentang 8m, jarak kuda – kuda 2,5 meter, dengan nilai a = 1000 mm

Analisis Model Howe dengan Penutup Metal Roof

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda - Kuda Model Howe Bentang 5m

Material Penutup Atap : Metal Roof					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,19	0,212	0,259	0,32
	a=1500	0,19	0,204	0,273	0,358
	a=2000	0,226	0,283	0,393	0,519
Z	a=1000	0,242	0,277	0,337	0,416
	a=1500	0,25	0,28	0,339	0,442
	a=2000	0,283	0,352	0,47	0,6

kl/r

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 6m

Material Penutup Atap : Metal Roof					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,213	0,223	0,277	0,343
	a=1500	0,22	0,256	0,324	0,424
	a=2000	0,23	0,284	0,392	0,533
Z	a=1000	0,263	0,291	0,359	0,445
	a=1500	0,28	0,329	0,42	0,522
	a=2000	0,289	0,355	0,461	0,616

kl/r

kl/r

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 7m

Material Penutup Atap : Metal Roof					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,225	0,253	0,305	0,379
	a=1500	0,236	0,277	0,355	0,467
	a=2000	0,28	0,345	0,459	0,618
Z	a=1000	0,288	0,324	0,392	0,489
	a=1500	0,302	0,38	0,46	0,59
	a=2000	0,35	0,421	0,59	0,721

kl/r

kl/r

kl/r

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 8m

Material Penutup Atap : Metal Roof						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,227	0,265	0,328	0,417	kl/r
	a=1500	0,237	0,287	0,366	0,495	kl/r
	a=2000	0,286	0,377	0,52	0,731	kl/r
Z	a=1000	0,291	0,339	0,424	0,539	
	a=1500	0,315	0,372	0,465	0,62	
	a=2000	0,358	0,471	0,639	0,87	

Analisis Model Howe dengan Penutup Genteng

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 5m

Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,261	0,396	0,6	0,871	kl/r
	a=1500	0,274	0,45	0,732	1,182	
	a=2000	0,344	0,614	1,081	1,77	
Z	a=1000	0,34	0,514	0,777	1,136	
	a=1500	0,35	0,542	0,85	1,356	
	a=2000	0,417	0,746	1,213	2,126	

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 6m

Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,294	0,435	0,652	0,953	kl/r
	a=1500	0,325	0,536	0,873	1,52	kl/r
	a=2000	0,365	0,678	1,176	2,072	
Z	a=1000	0,379	0,554	0,845	1,235	
	a=1500	0,416	0,678	1,18	1,68	
	a=2000	0,455	0,784	1,35	2,28	

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 7m

Material Penutup Atap : Genteng						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,331	0,491	0,738	1,099	kl/r
	a=1500	0,36	0,56	0,91	1,72	kl/r
	a=2000	0,45	0,795	1,382	2,5	kl/r
Z	a=1000	0,422	0,632	0,951	1,411	
	a=1500	0,45	0,752	1,201	2,01	
	a=2000	0,551	0,91	1,59	2,79	

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Howe Bentang 8m

Material Penutup Atap : Genteng						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,349	0,543	0,838	1,293	kl/r
	a=1500	0,391	0,61	1,32	1,812	kl/r
	a=2000	0,496	0,97	1,91	3,356	kl/r
Z	a=1000	0,445	0,699	1,082	1,664	
	a=1500	0,487	0,79	1,29	2,19	
	a=2000	0,606	1,12	2,057	3,802	

Analisis Model Pratt dengan Penutup Metal Roof

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 5m

Material Penutup Atap : Metal Roof					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,205	0,21	0,239	0,281
	a=1500	0,173	0,198	0,245	0,315
	a=2000	0,2	0,224	0,266	0,34
Z	a=1000	0,256	0,275	0,311	0,366
	a=1500	0,228	0,259	0,309	0,399
	a=2000	0,262	0,292	0,345	0,431

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 6m

Material Penutup Atap : Metal Roof					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,191	0,212	0,257	0,317
	a=1500	0,218	0,252	0,308	0,397
	a=2000	0,238	0,271	0,35	0,484
Z	a=1000	0,26	0,28	0,339	0,419
	a=1500	0,281	0,323	0,394	0,492
	a=2000	0,301	0,335	0,432	0,595

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 7m

Material Penutup Atap : Metal Roof						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				kl/r
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,219	0,228	0,28	0,343	
	a=1500	0,241	0,259	0,306	0,396	
	a=2000	0,255	0,297	0,373	0,491	
Z	a=1000	0,283	0,315	0,374	0,458	
	a=1500	0,302	0,328	0,407	0,52	
	a=2000	0,325	0,378	0,48	0,626	

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 8m

Material Penutup Atap : Metal Roof						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				kl/r
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,227	0,254	0,31	0,386	kl/r
	a=1500	0,23	0,261	0,319	0,419	kl/r
	a=2000	0,288	0,369	0,499	0,689	kl/r
Z	a=1000	0,287	0,329	0,401	0,502	
	a=1500	0,31	0,335	0,408	0,531	
	a=2000	0,359	0,452	0,605	0,816	

Analisis Model Pratt dengan Penutup Genteng

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 5m

Material Penutup Atap : Genteng					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,253	0,335	0,493	0,738
	a=1500	0,237	0,375	0,624	1,024
	a=2000	0,275	0,404	0,668	1,086
Z	a=1000	0,33	0,444	0,658	0,958
	a=1500	0,317	0,492	0,785	1,278
	a=2000	0,359	0,532	0,842	1,355

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 6m

Material Penutup Atap : Genteng					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,266	0,398	0,594	0,863
	a=1500	0,318	0,507	0,804	1,269
	a=2000	0,338	0,598	1,048	1,836
Z	a=1000	0,352	0,525	0,778	1,136
	a=1500	0,408	0,633	0,987	1,521
	a=2000	0,426	0,751	1,284	2,925

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 7m

Material Penutup Atap : Genteng					
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)			
		1	1,5	2	2,5
C	a=1000	0,305	0,428	0,651	0,938
	a=1500	0,337	0,542	0,832	1,337
	a=2000	0,379	0,63	1,05	1,819
Z	a=1000	0,409	0,593	0,872	1,255
	a=1500	0,436	0,694	1,082	1,692
	a=2000	0,488	0,813	1,337	2,625

kl/r

Tabel Nilai R Pada Desain Kuda – Kuda Model Pratt Bentang 8m

Material Penutup Atap : Genteng						
Tipe Profil	Jarak Bracing (mm)	Jarak kuda - kuda (meter)				
		1	1,5	2	2,5	
C	a=1000	0,335	0,509	0,766	1,143	kl/r
	a=1500	0,329	0,54	0,874	1,386	kl/r
	a=2000	0,489	0,898	1,591	2,924	kl/r
Z	a=1000	0,433	0,661	0,997	1,483	
	a=1500	0,441	0,711	1,107	1,721	
	a=2000	0,6	1,08	1,87	3,345	

