PERBANDINGAN VOLUME KEBUTUHAN BAJA PADA PEMBUATAN STRUKTUR RANGKA ATAP BENTANG 30 METER BERDASARKAN SNI 1729-2015

(Skripsi)

Oleh

SELLA ANGGRAINI

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2017

ABSTRACT

COMPARISON OF STEEL REQUIREMENT VOLUME ON THE DEVELOPMENT OF 30 METER ROOF STRUCTURE BASED ON SNI 1729-2015

By

Sella Anggraini

Roof frames are an important component in building structures. Economic growth led to an increase in the need for extensive buildings such as warehouses. The use of steel as a framework for the roof of the warehouse building requires research on the efficiency of its volume according to the form of the frame designed by considering the strength and the economical of the building materials.

In the implementation of this research the calculation of structural analysis using method of joint. The outline of the implementation step is to determine the profile data (quality and dimensions) and various controls on Gording, calculate the loading using SNI 1727-2013, calculate the structure analysis of each roof frame using Microsoft Excel, calculate the analysis of truss frame design (Tensile and press memberss), weld joint planning using SNI 1729-2015 and calculate the steel requirement volume ratio of the four types of roof truss structure.

The result of the research shows that the volume of steel used in Type 1 roof truss construction is 0,2046 m^3 with weight 1571,4287 kg; In Type 2 roof truss construction is 0,1862 m^3 with weight 1461,5889 kg; In Type 3 roof truss construction is 0,1499 m^3 with weight 1176,0578 kg; In Type 4 roof truss construction is 0,1488 m^3 with weight 1167,4652 kg. Based on these results, the Type 4 is the most optimal type of roof truss construction, because the volume and weight of steel used in the construction is the lowest.

Keywords: Roof frame, SNI 1729-2015, steel, tensile member, press member

ABSTRAK

PERBANDINGAN VOLUME KEBUTUHAN BAJA PADA PEMBUATAN STRUKTUR RANGKA ATAP BENTANG 30 METER BERDASARKAN SNI 1729-2015

Oleh

Sella Anggraini

Rangka atap merupakan komponen penting dalam struktur bangunan. Pertumbuhan ekonomi menyebabkan peningkatan pada kebutuhan bangunan luas seperti gudang. Penggunaan baja sebagai penyusun rangka atap bangunan gudang memerlukan penelitian mengenai efisiensi volumenya menurut bentuk kuda-kuda yang dirancang dengan mempertimbangkan kekuatan serta keekonomisan bahan bangunan tersebut.

Dalam pelaksanaan penelitian ini perhitungan analisis strukturnya menggunakan metode titik buhul. Secara garis besar langkah pelaksanaan pengerjaannya adalah menentukan data profil (mutu dan dimensi) dan berbagai kontrol pada Gording, menghitung pembebanan menggunakan SNI 1727-2013, menghitung analisis struktur masing-masing rangka kuda-kuda atap menggunakan *Microsoft Excel*, menghitung analisis desain rangka batang (batang tarik dan batang tekan), perencanaan sambungan las menggunakan SNI 1729-2015 dan menghitung perbandingan volume kebutuhan baja dari 4 tipe struktur rangka kuda-kuda atap.

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil volume baja yang digunakan pada konstruksi rangka atap Tipe 1 adalah 0,2046 m^3 dengan berat 1571,4287 kg; pada konstruksi rangka atap Tipe 2 adalah 0,1862 m^3 dengan berat 1461,5889 kg; pada konstruksi rangka atap Tipe 3 adalah 0,1499 m^3 dengan berat 1176,0578 kg; pada konstruksi rangka atap Tipe 4 adalah 0,1488 m^3 dengan berat 1167,4652 kg. Berdasarkan hasil tersebut, konstruksi rangka atap Tipe 4 merupakan tipe rangka atap yang paling optimal jika digunakan, dikarenakan volume dan berat baja yang digunakan pada konstruksi tersebut merupakan volume dan berat yang paling rendah.

Kata kunci : Rangka atap, SNI 1729-2015, baja, batang tarik, batang tekan

PERBANDINGAN VOLUME KEBUTUHAN BAJA PADA PEMBUATAN STRUKTUR RANGKA ATAP BENTANG 30 METER BERDASARKAN SNI 1729-2015

Oleh

SELLA ANGGRAINI

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik

UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

Judul Skripsi	: **PERBANDINGAN VOLUME KEBUTUHAN BAJA PADA PEMBUATAN STRUKTUR RANGKA ATAP BENTANG 30 METER BERDASARKAN SNI 1729-2015**
Nama Mahasiswa	: Sella Anggraini
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1315011104
Jurusan	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Bayzoni, S.T., M.T.	**Hasti Riakara Husni, S.T., M.T.**
NIP 19730514 200003 1 001	NIP 19740530 200012 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Bayzoni, S.T., M.T.** .....

Anggota Pembimbing : **Hasti Riakara Husni, S.T., M.T.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Ratna Widyawati, S.T., M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **18 Juli 2017**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Perbandingan Volume Kebutuhan Baja pada Pembuatan Struktur Rangka Atap Bentang 30 meter Berdasarkan SNI 1729-2015 adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2017
Pembuat Pernyataan

Sella Anggraini
NPM. 1315011104

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotaagung, 8 Agustus 1995, sebagai anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Idham Kholid dan Ibu Ayu Ira Kusnita. Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Dharmawanita Kotaagung diselesaikan tahun 2001, Sekolah Dasar diselesaikan di SD Negeri 3 Kuripan Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kotaagung pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis pernah mengikuti Lomba Rancang Kuda-kuda Tingkat Nasional sebagai finalis di Universitas Gajah Mada pada tahun 2014. Selama menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil dan menjabat sebagai Bendahara Umum periode 2015/2016. Pada bulan Oktober sampai Desember 2015, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Proyek Pembangunan Supermarket Bahan Bangunan Mitra 10 Bandar Lampung. Selama berkuliah di Jurusan Teknik Sipil penulis pernah menjadi Asisten Dosen pada mata kuliah Analisis Struktur 1, Analisis Struktur 3, Mekanika Fluida, Hidraulika, Matematika 1, Struktur Baja 1,

Struktur Beton Bertulang 2, Gambar Struktur Bangunan dan Mekanika Tanah 1. Penulis terpilih menjadi mahasiswa berprestasi kedua tingkat Fakultas Teknik pada tahun 2016. Pada bulan Januari sampai Maret 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Duta Yoso Mulyo, Kecamatan Rawa Pitu, Kabupaten Tulang Bawang.

"Bahwa hidup harus menerima, penerimaan yang baik. Bahwa hidup harus mengerti, pengertian yang benar. Bahwa hidup harus memahami, pemahaman yang benar"

(Darwis Tere Liye)

"everything is hard before it is easy"

(Goethe)

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui."

(QS. Al-Baqarah :216)

"Manusia baru dapat disebut sebagai manusia jika sudah dapat memanusiakan manusia"

(Sam Ratulangi)

Tanpa mengurangi rasa syukurku pada Allah Subhanahu Wataala, kupersembahkan karyaku

Kepada Ayah dan Mama tersayang

Terimakasih atas bimbingan, didikan, kasih sayang, kesabaran, serta doa yang selalu kalian berikan kepadaku sehingga aku bisa sampai di tahap ini.

Kepada Keluargaku tercinta

Adik yang selalu mendoakan dan mengharapkan keberhasilanku atas kasih sayang, perhatian, dan dorongan semangatnya takkan pernah aku lupakan.

Kepada Sahabat dan Teman-temanku

Atas dukungan, kesabaran dan bantuannya.

Serta

Almamater tercinta

Fakultas Teknik Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., selaku Ketua Bidang Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Bayzoni, S.T.,M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian.
4. Ibu Hasti Riakara Husni, S.T.,M.T. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian ini.
5. Ibu Dr. Eng. Ratna Widyawati, S.T., M.T., selaku Penguji bukan Pembimbing atas saran, kritik, dan bimbingan dalam penelitian ini.
6. Bapak Idharmahadi Adha, S.T.,M.T., selaku Pembimbing Akademik saya.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.

8. Ayah dan Mama atas seluruh kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan hingga detik ini. Terima kasih untuk selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk selalu memberikan tawa sukacita di kehidupan sehari- hari penulis. Terima kasih atas semua dukungannya. Terima kasih banyak telah menjadi panutan kehidupan terbaik bagi penulis.
9. Adikku tersayang Rendika Dwi Saputra yang telah memberikan semangat, keceriaan dan kasih sayang serta motivasi.
10. Sahabat terbaikku Anggi Yulia, Fika Restiakirti, Ani Dwi Oktami, Putri Setiani, Kartika Budiarti, Anita Rahayu, Ria Pertiwi, Nita Febria, Riyan Mega Puri, Ica Hasanah, Regita Franky Dayani, Isya Fauziyyah, Nurul Istiqomah yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
11. Ardika Dewantara yang senantiasa memberikan semangat serta dukungan bagi penulis.
12. Teman sekaligus sahabat seperjuangan penelitian Ardini Yuliastri Putri terima kasih atas bantuan, kerja sama, saran, dan kritik selama penelitian berlangsung.
13. Sahabat seperjuangan tangguhku sejak awal di Teknik Sipil Lintang Kurnia Aridini, Alvio Rini, Fakhriyah Putri, Devie Arisandy Sumantri, Diah Ayu Purnamasari terimakasih atas bantuan serta dukungannya selama ini.
14. Sahabat Calon Menantu idaman kelak Sanitya Pawitrasari, Clara Virena Gustiani, Putri Restu Barokah, Reni Septia Kurniasari, Novia Eka Damayanti terimakasih atas bantuan serta dukungannya selama ini.

15. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2013, Siti Prizkanisa, Cinthia Makki, Fitri Ananda, Dhynna Annisa M.B., Ismawan Dewansyah, Reston Rah Timur, Aditia Reshi Dista, dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih telah memberikan semangat, bantuan dan rasa persaudaraan selama kuliah.
16. Teman-teman KKN di Desa Duta Yoso Mulyo Ailsa Azalia, Rosa Jayanti, Elsa Yuni Hercia, Febrainy Nurphi, Jefri Sandika, M. Zainal Arifin terimakasih atas kebersamaan dan kebaikan kalian.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Juli 2017
Penulis,

Sella Anggraini

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR iii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR NOTASI v

I. PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 2
C. Tujuan Penelitian 3
D. Batasan Masalah 4
E. Manfaat Penelitian 4

II. TINJAUAN PUSTAKA 5

A. Atap 5
B. Rangka Kuda-kuda 6
C. *Gording* 6
D. *Trekstang* 13
E. Ikatan Angin (*Bracing*) 14
F. Pembebanan 15
G. Persyaratan Desain 23
H. Batang Tarik dan Batang Tekan 26
I. Sambungan 46

III. METODOLOGI PENELITIAN 48

A. Umum 48
B. Bahan dan Alat 48
C. Metode Penelitian 49
D. Model Rangka Kuda-Kuda Atap 50
E. Diagram Alir Penelitian 51

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 53

A. Tinjauan Umum 53
B. Menentukan Jarak Antar *Gording* 54
C. Penentuan Tekanan Angin 55
D. Perencanaan *Gording* 57
E. Perencanaan Trekstang 67
F. Perencanaan *Bracing* 69
G. Pembebanan pada Rangka Atap 70
H. Hasil Analisis Struktur 76
I. Penentuan Profil Rangka Atap 79
J. Volume dan Berat Profil pada Rangka Atap 79

V. SIMPULAN DAN SARAN 81

A. Simpulan 81
B. Saran 82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 1. Tipe Konstruksi Rangka Atap 3

Gambar 2. Gording pada Atap 7

Gambar 3. Trekstang 13

Gambar 4. Ikatan Angin (*Braching*) 14

Gambar 5. Distribusi Koefisien Tekanan Eksternal 22

Gambar 6. Harga Koefisien Penjepitan (Kc) pada Elemen Tekan 34

Gambar 7. Tipe Konstruksi 1 50

Gambar 8. Tipe Konstruksi 2 50

Gambar 9. Tipe Konstruksi 3 50

Gambar 10. Tipe Konstruksi 4 50

Gambar 11. Diagram Alir Penelitian 51

Gambar 12. Penentuan Jarak *Gording* 54

Gambar 13. Gording pada Rangka Atap 67

Gambar 14. Rangka Atap Tipe 1 70

Gambar 15. Rangka Atap Tipe 2 70

Gambar 16. Rangka Atap Tipe 3 71

Gambar 17. Rangka Atap Tipe 4 71

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 1. Rasio Tebal – terhadap – Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur 11

Tabel 2. Beban Hidup gedung (SNI 1723-2013) 16

Tabel 3. Faktor Arah Angin (K_d) 19

Tabel 4. Kekasaran Permukaan.....20

Tabel 5. Koefisien Tekanan Internal.....20

Tabel 6. Koefisien Eksposur Tekanan Velositas.....21

Tabel 7. Koefisien Tekanan Atap (C_p).....23

Tabel 8. Faktor Shear Lag untuk Sambungan pada Komponen Struktur Tarik...28

Tabel 9. Pemilihan untuk Penerapan Profil.....32

Tabel 10. Pembebanan Rangka Atap Tipe 1.....71

Tabel 11. Pembebanan Rangka Atap Tipe 2.....73

Tabel 12. Pembebanan Rangka Atap Tipe 3.....74

Tabel 13. Pembebanan Rangka Atap Tipe 4.....75

Tabel 14. Gaya Batang Maksimum.....76

Tabel 15. Profil pada Konstruksi Rangka Atap 79

Tabel 16. Berat dan Volume Baja Rangka Atap Tipe 1.....79

Tabel 17. Berat dan Volume Masing-Masing Rangka Atap 80

DAFTAR NOTASI

$A_{trekstang}$	:	Luas *trekstang*
A_{atap}	:	Luas atap
$A_{bracing}$	:	Luas *bracing*
A_g	:	Luas bruto penampang dari komponen struktur (mm^2)
A_w	:	Luas dari badan, tinggi keseluruhan dikalikan dengan ketebalan badan (mm^2)
b_f	:	Lebar sayap (mm)
C	:	Penampang baja kompak
C_b	:	Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen tidak merata
C_p	:	Koefisien tekanan eksternal
C_v	:	Koefisien geser badan
C_w	:	Konstanta pilin (mm^6)
D	:	Beban mati
d	:	Diameter
DFBK	:	Desain Faktor Beban dan Kekuatan
d_g	:	Jarak antar gording
d_k	:	Jarak antar kuda-kuda
E	:	Beban gempa
E	:	Modulus elastis baja = 29.000 ksi (200.000 MPa)
FB	:	Tekuk lentur
F_{cr}	:	Tegangan kritis (MPa)
F_{cry}	:	Tegangan kritis terhadap sumbu y simetris (MPa)
F_{crz}	:	Tegangan tekuk torsi kritis (MPa)
F_e	:	Tegangan tekuk elastis (Mpa)
f_{ijin}	:	Tegangan leleh/putus ijin
F_L	:	Besaran tegangan lentur pada sayap tekan dimana tekuk lokal sayap atau tekuk lateral-torsi dipengaruhi oleh pelelehan (Mpa)
FLB	:	Tekok lokal sayap
F_n	:	Tegangan nominal (MPa)

FTB	:	Tekuk torsi-lentur
F_y	:	Tegangan leleh minimum yang disyaratkan dari tipe baja yang digunakan (Mpa)
G	:	Faktor efek tiupan angin
G	:	Modulus elastis geser dari baja
GCpi	:	Koefisien tekanan internal
h	:	Jarak bersih antara sayap (mm)
H	:	Tinggi kolom
h_o	:	Jarak antara titik berat sayap (mm)
I_x,I_y	:	Momen inersia di sumbu utama (mm^4)
J	:	Konstanta torsi (mm^4)
k_c	:	Koefisien untuk elemen langsing tak-diperkaku
K_d	:	Faktor arah angin
k_v	:	Koefisien tekuk geser pelat badan
K_x	:	Faktor panjang efektif untuk tekuk lentur di sumbu x
K_y	:	Faktor panjang efektif untuk tekuk lentur di sumbu y
K_z	:	Faktor panjang efektif untuk tekuk torsi
K_z atau K_h	:	Koefisien eksposur tekanan velositas
K_{zt}	:	Faktor topografi
L	:	Beban hidup
L	:	Panjang tanpa di breising lateral dari komponen struktur (mm)
L	:	Bentang kuda-kuda
L_b	:	Panjang antara titik-titik yang dibreis untuk mencegah peralihan lateral sayap tekan atau dibreis untuk mencegah puntir penampang melintang (mm)
LB	:	Tekuk lokal
L_p	:	Pembatasan panjang tidak dibreis secara lateral untuk kondisi batas leleh (mm)
L_r	:	Pembatasan panjang tidak dibreis secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral inelastis (mm)
LTB	:	Tekuk torsi lateral
M_c	:	Kekuatan lentur tersedia (N-mm)
M_{cr}	:	Momen kritis (N-mm)
M_{Dx}	:	Momen beban mati arah x
M_{Dy}	:	Momen beban mati arah y
M_n	:	Kekuatan lentur nominal (N-mm)
M_p	:	Momen lentur plastis (N-mm)
MP_x	:	Momen beban hidup arah x

MP_y	:	Momen beban hidup arah y
M_r	:	Kekuatan lentur perlu menggunakan kombinasi beban DFBK (N-mm)
M_{Rx}	:	Momen beban merata air hujan arah x
M_{Ry}	:	Momen beban merata air hujan arah y
M_{ux}	:	Momen ultimate arah x
M_{ux} 1	:	Momen ultimate arah x kombinsasi 1
M_{ux} 2	:	Momen ultimate arah x kombinsasi 2
M_{ux} 3	:	Momen ultimate arah x kombinsasi 3
M_{ux} 4	:	Momen ultimate arah x kombinsasi 4
M_{ux} 5	:	Momen ultimate arah x kombinsasi 5
M_{uy}	:	Momen ultimate arah y
M_{uy} 1	:	Momen ultimate arah y kombinsasi 1
M_{uy} 2	:	Momen ultimate arah y kombinsasi 2
M_{uy} 3	:	Momen ultimate arah y kombinsasi 3
M_{uy} 4	:	Momen ultimate arah y kombinsasi 4
M_{uy} 5	:	Momen ultimate arah y kombinsasi 5
M_{w3x}	:	Momen beban angin atap kiri arah x
M_{w3y}	:	Momen beban angin atap kiri arah y
M_{W4x}	:	Momen beban angin atap kanan arah x
M_{W4y}	:	Momen beban angin atap kanan arah y
M_{yc}	:	Momen di pelelehan serat terluar pada sayap tekan (N-mm)
n	:	Banyak gording
NC	:	Penampang baja nonkompak
ϕ_b	:	Faktor ketahanan untuk lentur = 0,90
ϕ_c	:	Faktor ketahanan untuk tekan = 0,90
P	:	Beban
P	:	Beban hidup atap
P1	:	Beban terpusat akibat beban mati *trackstang*
P2	:	Beban terpusat akibat beban air hujan *trackstang*
P_1	:	Tekanan atap angin kiri
P3	:	Beban terpusat akibat beban hidup *trackstang*
P_2	:	Tekanan atap angin kanan
P_c	:	Kekuatan aksial tersedia (N)
P_{Dx}	:	Beban terpusat mati arah x
P_{Dy}	:	Beban terpusat mati arah y
P_{Lx}	:	Beban terpusat hidup arah x

P_{Ly}	:	Beban terpusat hidup arah y
P_n	:	Kekuatan tekan nominal
P_r	:	Kekuatan aksial perlu menggunakan kombinasi beban DFBK (N)
ϕRn	:	Kekuatan desain
P_{ux}	:	Beban terpusat ultimate arah x
P_{ux} 1	:	Beban terpusat ultimate arah x kombinasi 1
P_{ux} 2	:	Beban terpusat ultimate arah x kombinasi 2
P_{ux} 3	:	Beban terpusat ultimate arah x kombinasi 3
P_{ux} 4	:	Beban terpusat ultimate arah x kombinasi 4
P_{ux} 5	:	Beban terpusat ultimate arah x kombinasi 5
P_{uy}	:	Beban terpusat ultimate arah y
P_{uy} 1	:	Beban terpusat ultimate arah y kombinasi 1
P_{uy} 2	:	Beban terpusat ultimate arah y kombinasi 2
P_{uy} 3	:	Beban terpusat ultimate arah y kombinasi 3
P_{uy} 4	:	Beban terpusat ultimate arah y kombinasi 4
P_{uy} 5	:	Beban terpusat ultimate arah y kombinasi 5
P_{Wx}	:	Beban terpusat angin arah x
P_{Wy}	:	Beban terpusat angin arah y
P_x	:	Beban hidup atap arah x
P_y	:	Beban hidup atap arah y
Q	:	Faktor reduksi neto yang untuk semua elemen tekan langsing
q_a	:	Berat atap
q_D	:	Beban merata mati
q_{Dx}	:	Beban merata mati arah x
q_{Dy}	:	Beban merata mati arah y
q_g	:	Berat gording
q_R	:	Beban merata air hujan
q_{w3}	:	Beban merata atap angin kiri
q_{w4}	:	Beban merata atap angin kanan
q_z	:	Tekanan velositas
R	:	Beban hujan
r	:	Radius girasi
r	:	Panjang sisi miring atap
Rn	:	Kekuatan nominal
R_{pc}	:	Faktor plastifikasi badan
r_t	:	Radius girasi efektif untuk tekuk lateral

r_{ts}	:	Radius girasi efektif (mm)
Ru	:	Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
r_x	:	Radius girasi di sumbu x (mm)
R_x	:	Beban merata air hujan arah x
r_y	:	Radius girasi di sumbu y (mm)
R_y	:	Beban merata air hujan arah y
S	:	Beban salju
S	:	Penampang baja langsing
S_x	:	Modulus penampang elastis di sumbu x (mm^3)
$S_{xc}.S_{xt}$	:	Modulus penampang elastis untuk sayap tekan dan tarik (mm^3)
TB	:	Tekuk torsi
TFY	:	Pelelehan sayap tarik
t_w	:	Ketebalan badan (mm)
V	:	Kecepatan angin
V_n	:	Kekuatan geser nominal (N)
V_u	:	Kekuatan geser ultimate (N)
W	:	Beban angin
$W_{bracing}$	:	Berat *bracing*
$W_{trekstang}$	:	Berat *trekstang*
x	:	Indeks sehubungan dengan sumbu kuat lentur
x	:	Jarak setengan bentang kuda-kuda
x_o,y_o	:	Koordinat pusat geser sehubungan dengan titik berat (mm)
Y	:	Pelelehan
y	:	Indeks sehubungan dengan sumbu lemah lentur
H	:	Tinggi kuda-kuda
Z_x	:	Modulus penampang plastis di sumbu x, in^3 (mm^3)
α	:	Kemiringan atap
Δ_x	:	Lendutan akibat beban arah x
Δ_y	:	Lendutan akibat beban arah y
λ	:	Parameter kelangsingan
λ_p	:	Parameter batas kelangsingan untuk elemen kompak
λ_r	:	Parameter batas kelangsingan untuk elemen nonkompak
π	:	Pi (3,14 atau 22/7)
ϕ	:	Faktor ketahanan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Atap merupakan mahkota dari bangunan. Atap berfungsi sebagai bagian keindahan dan pelindung bangunan dari pengaruh angin, hujan, sinar matahari, petir dan lain sebagainya. Atap terdiri dari dua komponen penting, yaitu struktur kuda-kuda di bawah penutup atap yang berfungsi untuk menahan beban penutup atap dan konstruksi penutup atap yang berguna sebagai kulit pelindung kuda-kuda dan elemen bangunan di bawahnya.

Konstruksi rangka atap umumnya dibuat dari bahan kayu, dan digunakan pada bangunan yang memiliki sistem struktur atap, seperti bangunan sekolah, perkantoran, rumah tinggal, tempat ibadah, dan lain-lain, dengan bahan penutup atap dari genteng, seng, asbes, maupun material lain. Namun dalam penggunaan material kayu memiliki kelemahan antara lain: kualitas kayu yang tidak merata, pelapukan, pemuaian ataupun penyusutan karena perubahan cuaca dan juga mudah terbakar

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang sangat cepat berimplikasi pada pertumbuhan kebutuhan bangunan perindustrian dan bangunan luas seperti

gudang guna memenuhi kebutuhan sarana penyimpanan. Sebagai material bangunan, beton dan kayu merupakan material yang paling banyak digunakan untuk membangun gudang. Beton bertulang merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan baja tulangan. Namun material ini cukup mahal jika hanya digunakan untuk membangun gudang yang luas. Sedangkan kayu merupakan material struktural dari alam yang relatif lebih ekonomis, tetapi kayu merupakan material dari alam yang langka. Kelangkaan kayu akan membuat bahan bangunan ini tidak ekonomis lagi.

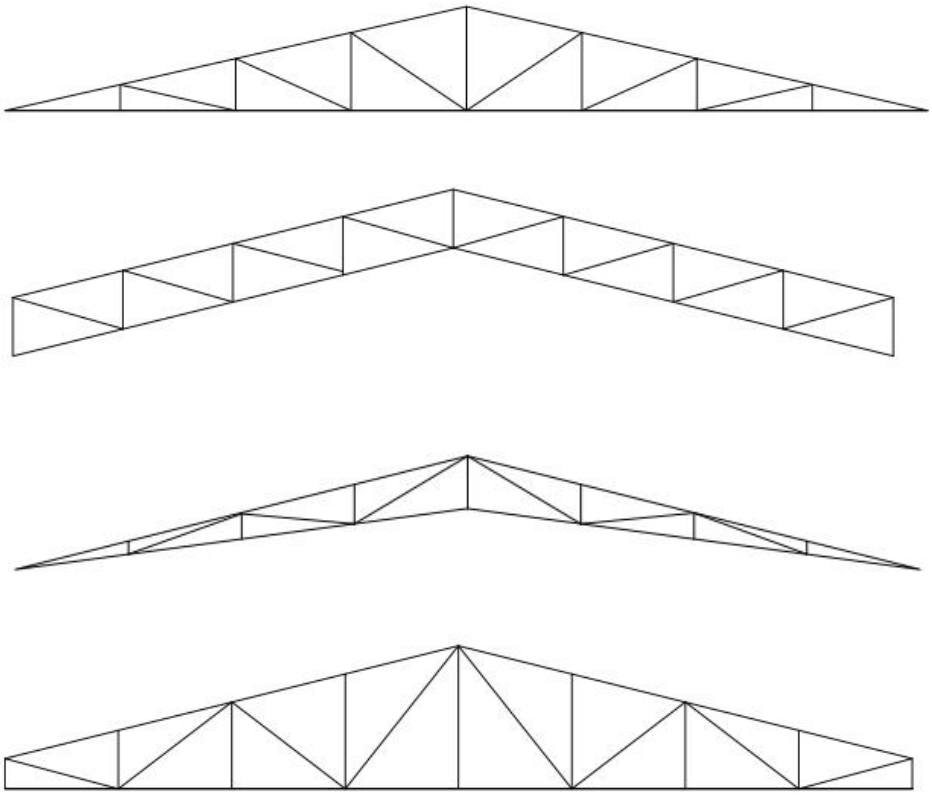
Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif yang bisa menggantikan material tersebut sebagai material bahan bangunan khususnya sebagai bahan pembuatan struktur rangka kuda-kuda. Untuk menyelesaikan permasalahan dari material beton bertulang dan kayu yang sudah umum digunakan oleh masyarakat sebagai bahan pembuatan kuda-kuda tersebut maka mulai banyak digunakan rangka baja sebagai penggantinya.

Penggunaan baja sebagai penyusun rangka atap bangunan gudang memerlukan penelitian mengenai efisiensi volumenya menurut bentuk kuda-kuda yang dirancang dengan mempertimbangkan kekuatan serta keekonomisan bahan bangunan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dalam penelitian ini fokus permasalahan sebagai berikut : Bagaimanakah perbandingan volume kebutuhan rangka baja pada pembuatan rangka kuda-kuda atap dengan besar

beban yang ditahan dan bentang yang sama namun tipe rangka atap yang dibandingkan sebanyak 4 tipe yang berbeda. Berikut adalah gambar rangka atap yang akan dibandingkan.



Gambar 1. Tipe Konstruksi Rangka Atap

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui profil baja yang efektif digunakan berdasarkan tipe kuda-kuda yang direncanakan
2. Mengetahui volume rangka baja yang dibutuhkan sesuai profil baja yang digunakan serta sesuai pula dengan tipe kuda-kuda yang direncanakan

3. Membandingkan volume kebutuhan rangka baja berdasarkan hasil pergitungan dari ke 4 tipe kuda-kuda yang direncanakan dengan beban yang ditahan sama pada masing-masing kuda-kuda
4. Mengetahui rangka atap yang paling efektif digunakan berdasarkan perbandingan volume tersebut

D. Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini,antara lain :

1. Kuda-kuda rangka atap yang direncanakan dengan bentang 30 meter
2. Rangka kuda-kuda yang dibandingkan sebanyak 4 tipe yang berbeda
3. Beban yang ditahan oleh masing-masing kuda-kuda atap adalah sama
4. Mehitung pembebanan menggunakan panduan dari SNI 1727-2013
5. Menghitung gaya batang pada rangka kuda-kuda atap menggunakan metode titik buhul
6. Analisis perhitungan rangka batang menggunakan SNI 1729-2015

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Menentukan efisiensi penggunaan rangka baja dalam pembuatan kuda-kuda atap tanpa mengabaikan kekuatan dari kuda-kuda itu sendiri
2. Memperoleh perbandingan volume rangka baja yang digunakan dari 4 tipe kuda-kuda atap yang berbeda sesuai dengan perencanaan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Atap

Atap merupakan bagian dari bangunan gedung (rumah) yang letaknya berada di bagian paling atas, sehingga untuk perencanaannya atap ini haruslah diperhitungkan dan harus mendapat perhatian yang khusus, karena dilihat dari penampakannya ataplah yang paling pertama kali terlihat oleh pandangan setiap orang yang memperhatikannya. Untuk itu dalam merencanakan bentuk atap harus mempunyai daya arstistik. Bisa juga dikatakan bahwa atap merupakan mahkota dari suatu bangunan rumah. Atap sebagai penutup seluruh ruangan yang ada di bawahnya, sehingga akan terlindung dari panas, hujan, angin dan binatang buas.

Struktur atap pada umumnya terdiri dari tiga bagian utama yaitu : penutup atap, *gording* dan rangka kuda-kuda. Penutup atap akan didukung oleh struktur rangka atap, yang terdiri dari kuda-kuda, *gording*, usuk dan reng. Beban-beban atap akan diteruskan ke dalam fondasi melalui kolom dan balok.

B. Rangka Kuda-Kuda

Kuda-kuda baja sebagai pendukung atap, dengan sistem *frame work* atau lengkung dapat mendukung beban atap sampai dengan bentang 75 meter, seperti pada hanggar pesawat, stadion olah raga, bangunan pabrik dan gudang. Kuda-kuda dari beton bertulang dapat digunakan pada atap dengan bentang sekitar 10 hingga 12 meter. Pada kuda-kuda dari baja atau kayu diperlukan ikatan angin untuk memperkaku struktur kuda-kuda pada arah horisontal.

Pada dasarnya konstruksi kuda-kuda terdiri dari rangakaian batang yang selalu membentuk segitiga (Daryanto, 1996). Dengan mempertimbangkan berat atap serta bahan dan bentuk penutupnya, maka konstruksi kuda-kuda satu sama lain akan berbeda, tetapi setiap susunan rangka batang harus merupakan satu kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang bekerja tanpa mengalami perubahan.

Kuda-kuda diletakkan di atas dua tembok atau kolom selaku tumpuannya. Kuda-kuda diperhitungkan mampu mendukung beban-beban atap dalam satu luasan atap tertentu. Beban-beban yang dihitung adalah beban mati (yaitu berat penutup atap, *trekstang*, ikatan angin, *gording*, kuda-kuda) dan beban hidup (angin, air hujan, orang pada saat memasang atau memperbaiki atap).

C. *Gording*

Gording membagi bentangan atap dalam jarak-jarak yang lebih kecil pada proyeksi horisontal. *Gording* meneruskan beban dari penutup atap, beban

mati, beban orang, beban angin, beban air hujan pada titik-titik buhul kuda-kuda.

Gording berada di atas kuda-kuda, biasanya tegak lurus dengan arah kuda-kuda. *Gording* harus berada di atas titik buhul kuda-kuda, sehingga bentuk kuda-kuda sebaiknya disesuaikan dengan panjang usuk yang tersedia.

Pada *gording* dari baja, *gording* satu dengan lainnya akan dihubungkan dengan *trekstang* untuk memperkuat dan mencegah dari terjadinya pergerakan. Posisi *trekstang* diletakkan sedemikian rupa sehingga mengurangi momen maksimal yang terjadi pada *gording*.

Gambar 2. *Gording* pada Atap

Perencanaan *gording*

Langkah-langkah dalam perencanaan *gording* antara lain:

1. Perencanaan dimensi profil untuk *gording*
2. Perhitungan beban pada *gording*
   a. Beban Mati (q_D) = q_g + W_a x d_g+ 10% (q_g + W_a x d_g) ..... (2.1)

      Keterangan : q_g = berat *Gording* (kg/m)

W_a = berat atap (kg/m^2)

d_g = jarak antar *gording* (m)

b. Beban Hidup (q_L) = 100 kg (SNI 1727-2013)

c. Beban Angin

Akibat beban angin kiri

$q_W = P \times d_g$ ..... (2.2)

Keterangan : α = sudut kemiringan atap

P = beban angin (kg/m^2)

d_g = jarak antar *gording* (m)

jika beban angin negatif maka beban angin yang bekerja menjadi beban angin hisap.

Akibat angin kanan

$q_W = P \times d_g$ ..... (2.3)

Keterangan : P = beban angin (kg/m^2)

d_g = jarak antar *gording* (m)

d. Beban Air Hujan (H)

$q_H = 0{,}0098 (d_s + d_h)$ ..... (2.4)

3. Perhitungan Momen pada *Gording*

a. Akibat beban mati

$q_{Dx} = q_D \times \cos \alpha$ ..... (2.5)

$M_{Dx} = \frac{1}{8} \times (q_{Dx}) \times d_k^2$ ..... (2.6)

$q_{Dy} = q_D \times \sin \alpha$ ..... (2.7)

$M_{Dy} = \frac{1}{8} \times \left(q_{Dy}\right) \times \left(\frac{d_k}{2}\right)^2$ ..... (2.8)

Keterangan : q_D = beban mati (kg/m)

α = sudut kemiringan atap

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

b. Akibat beban hidup

$P_x = q_L \times \cos \alpha$ ..... (2.9)

$M_{Px} = \frac{1}{4} \times (P_x) \times d_k$ ..... (2.10)

$P_y = q_L \times \sin \alpha$ ..... (2.11)

$M_{Py} = \frac{1}{4} \times (P_y) \times \left(\frac{d_k}{2}\right)$ ..... (2.12)

Keterangan : q_L = beban hidup (kg)

α = sudut kemiringan atap

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

c. Akibat beban angin kiri

$M_{Wx} = \frac{1}{8} \times (q_T) \times \left(\frac{d_k}{2}\right)^2$ ..... (2.13)

$M_{Wy} = 0$

Keterangan : q_T = beban akibat angin tekan (kg/m)

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

d. Akibat beban angin kanan

$M_{Wx} = \frac{1}{8} \times (q_H) \times \left(\frac{d_k}{2}\right)^2$ ..... (2.14)

$M_{Wy} = 0$

Keterangan : q_H = beban akibat angin hisap (kg/m)

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

e. Akibat beban air hujan

H_x = H x d_g x cos α ..... (2.15)

H_y = H x d_g x cos α ..... (2.16)

M_{Hx} = $\frac{1}{8}$ x (H_x)x d_k^2 ..... (2.17)

M_{Hy} = $\frac{1}{8}$ x (H_y) x $\left(\frac{d_k}{2}\right)^2$ ..... (2.18)

Keterangan : H = beban hujan (kg/m)

α = sudut kemiringan atap

d_g = jarak antar *gording* (m)

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

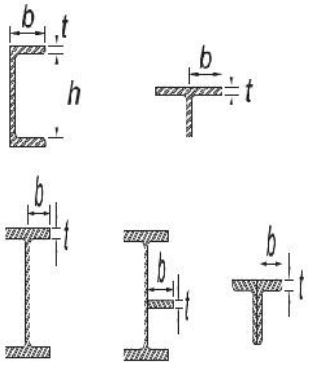
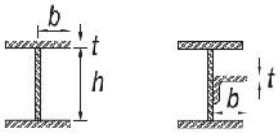
4. Kombinasi Pembebanan

   Diambil nilai Mu_x yang terbesar dan nilai Mu_y yang terbesar

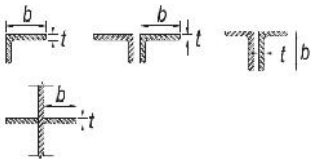
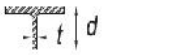
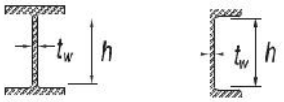
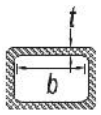
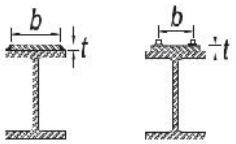
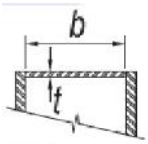
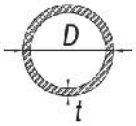
5. Kontrol Penampang

   Untuk kontrol penampang yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rasio Tebal – terhadap – Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Ketebalan terhadap Lebar	Batasan Rasio Tebal-Lebar	Contoh
1	Sayap dari Profil I canai panas, pelat yang diproyeksikan dari profil I canai panas: kaki berdiri bebas dari sepasang siku disambung dengan kontak menerus, sayap dari kanal, dan sayap dari T	b/t	$0{,}56\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
2	Sayap dari Profil I tersusun dan pelat atau kaki siku yang diproyeksikan dari profil I tersusun	b/t	$0{,}64\sqrt{\frac{k_c E}{f_y}}$	

Tabel 1. (Lanjutan)

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Ketebalan terhadap Lebar	Batasan Rasio Tebal-Lebar	Contoh
3	Kaki dari siku tunggal, kaki dari siku ganda dengan pemisah, dan semua elemen tak-diperkaku lainnya	b/t	$0{,}45\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
4	Stem dari T	b/t	$0{,}75\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
5	Badan dari profil I simetris ganda dan kanal	b/t	$1{,}49\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
6	Dinding PSB persegi dan boks dari ketebalan merata	b/t	$1{,}40\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
7	Pelat penutup sayap dan pelat diafragma antara deretan sarana penyambung atau las	b/t	$1{,}40\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
8	Semua elemen diperkaku lainnya	b/t	$1{,}49\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
9	PSB bulat	b/t	$0{,}11\frac{E}{f_y}$	
10	Sayap dari profil I canai panas , kanal, dan T	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1{,}0\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
11	Sayap dari profil tersusun bentuk I simetris ganda dan tunggal	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$0{,}95\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$
13	Sayap dari semua profil I dan kanal dalam lentur pada sumbu lemah	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$0{,}91\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
15	Badan dari profil I simetris ganda dan kanal	h/t_w	$3{,}76\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
16	Badan dari profil I simetris tunggal	h_c/t_w	$\frac{\frac{h_c}{h_p}\sqrt{\frac{E}{f_y}}}{(0{,}54\frac{M_p}{M_y}-0{,}0)}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{f_y}}$

Tabel 1. (Lanjutan)

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Ketebalan terhadap Lebar	Batasan Rasio Tebal-Lebar	Contoh
17	Sayap dari PSB persegi dan boks ketebalan merata	b/t	$1{,}12\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1{,}40\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
18	Pelat penututp sayap dan pelat diafragma antara deretan sarana penyambung atau las	b/t	$1{,}12\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1{,}40\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
19	Badan dari PSB persegi dan boks	b/t	$2{,}42\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{f_y}}$
20	PSB bulat	b/t	$0{,}07\frac{E}{f_y}$	$0{,}31\frac{E}{f_y}$

Sumber : SNI 1729-2015

6. Kontrol Momen

$Mn_x = Z_x \times f_y$ ..... (2.19)

$Mn_y = Z_y \times f_y$ ..... (2.20)

Z_x dan Z_y dari tabel profil

$\Phi Mn_x > Mu_x$ ..... (2.21)

$\Phi Mn_y > Mu_y$ ..... (2.22)

7. Antisipasi Masalah Puntir

$$\frac{Mu_x}{\Phi Mn_x} + \frac{Mu_y}{\frac{\Phi Mn_x}{2}} < 1 \quad \text{..... (2.23)}$$

8. Kontrol Geser

$Vu < \Phi Vn$ ..... (2.24)

9. Kontrol Lendutan

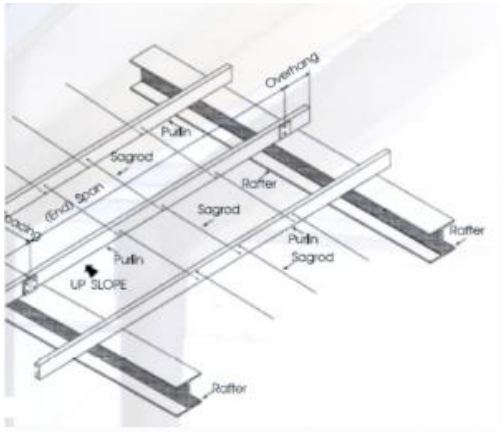
$$\Delta y = \frac{5 \times q_y \times (d_k)^4}{384 \times E \times I_x} + \frac{P_x \times (d_k)^3}{48 \times E \times I_y} \quad \text{..... (2.25)}$$

$$\Delta x = \frac{5 \times q_x \times d_k^{\,4}}{384 \times E \times I_y} + \frac{P_x \times (d_k)^3}{48 \times E \times I_y} \quad \text{..... (2.26)}$$

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} < \frac{d_k}{240} \quad \text{..... (2.27)}$$

D. *Trekstang*

Trekstang adalah penghubung *gording* yang satu dengan *gording* yang lain dan berfungsi untuk mencegah melengkungnya *gording*.



Gambar 3. *Trekstang*

Langkah perencanaan *trekstang* :

1. Gaya pada *Trekstang*

   P = 1,2 P1 + 0,5 (P2+P3)

   = 1,2 (q_{Dy} x d_t) + 0,5 ((H_y x d_t) + (P_y)) ..... (2.28)

   Keterangan : q_{Dy} = beban mati (kg/m)

   H_y = beban hujan (kg/m)

   P_y = beban hidup (kg)

   d_t = jarak antar *trekstang* (m)

2. Tegangan Ijin

   Tegangan leleh ijin (f_y ijin) = 0,9 x f_y ..... (2.29)

   Tegangan putus ijin (f_u ijin) = 0,75 x f_y x 0,75 ..... (2.30)

   Ambil tegangan ijin yang terkecil.

3. Luas *Trekstang*

$$A = \frac{P}{F_{ijin}} \quad \text{..... (2.31)}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \text{..... (2.32)}$$

diperoleh d_{baru} dengan syarat $d_{baru} > 4$ mm

$$A_{Trekstang} = 0{,}25 \times \pi \times (d_{baru})^2 \quad \text{..... (2.33)}$$

4. Beban *Trekstang*

$$P_{Trekstang} = A_{Trekstang} \text{ x berat jenis baja} \quad \text{..... (2.34)}$$

E. Ikatan Angin (*Bracing*)

Ikatan angin berfungsi sebagai penghubung antara kuda – kuda yang satu dengan yang lain. Ikatan angin digunakan untuk mengatasi gaya-gaya yang bekerja sejajar arah memanjang struktur sebagai akibat dari tekanan angin. Angin yang bekerja tegak lurus arah memanjang *gording* dari samping kanan kiri dapat ditahan oleh portal.

Gambar 4. Ikatan Angin (*Bracing*)

Perencanaan ikatan angin :

1. Panjang *Bracing* $(L_{bracing}) = \sqrt{(d_k)^2 + (10d_g)^2}$ ..... (2.35)
2. Luas atap $(A_{atap}) = 0{,}5 \times L_k \times h$ ..... (2.36)

Keterangan : L_k = panjang bentak kuda-kuda (m)

h = tinggi atap (m)

3. Beban angin (W_{angin}) = 0,5 x A_{atap} x W x ϕ / 4 ..... (2.37)

S = W_{angin} / cos α_b ..... (2.38)

R = W_{angin} . X/d_k ..... (2.39)

Keterangan : W = beban angin (kg)

α_b = sudut *bracing*

X = sisi miring atap (m)

d_k = jarak antar kuda-kuda (m)

Pilih beban angin terbesar antara S atau R untuk dijadikan sebagai P_u.

4. Luas *Bracing*

$A_{bracing}$ = $P_u/\phi f_y$ ..... (2.40)

d = $\sqrt{\frac{4A}{\pi}}$ ..... (2.41)

diperoleh d baru

$A_{bracing}$ = 0,25 x π x $d_{baru}2$ ..... (2.42)

$W_{bracing}$ = $A_{bracing}$ x berat jenis baja ..... (2.43)

F. Pembebanan

Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur. Penentuan secara pasti besarnya beban yang bekerja pada suatu struktur selama umur layannya merupakan salah satu pekerjaan yang cukup sulit. Dan pada umumnya penentuan besarnya beban hanya merupakan suatu estimasi saja. Meskipun beban yang bekerja pada suatu lokasi dari struktur dapat diketahui secara pasti,

namun distribusi beban dari elemen ke elemen, dalam suatu struktur umumnya memerlukan asumsi dan pendekatan. Jika beban-beban yang bekerja pada suatu struktur telah diestimasi, maka masalah berikutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi beban yang paling dominan yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Beberapa jenis beban yang sering dijumpai antara lain:

1. Beban Mati

   Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Sesuai SNI 1727-2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga, *finishing* dan lain-lain.

2. Beban Hidup

   Beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat perhitungan atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Beban hidup pada lantai gedung diambil menurut SNI 1727-2013 seperti terlihat pada Tabel 2.

   Tabel 2. Beban Hidup Gedung (SNI 1727-2013)

Hunian atau Penggunaan	**Merata psf (kN/m^2)**	**Terpusat lb (kN)**
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses		
Ruang Kantor	50(2,4)	2000(8,9)
Ruang komputer	100(4,79)	2000(8,9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,81)[a]	
Ruang Pertemuan		
Kursi tetap (terikat dilantai)	100 (4,79)[a]	
Lobi	100 (4,79)[a]	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)[a]	
Panggung pertemuan	100 (4,79)[a]	
Lantai podium	105 (7,18)[a]	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak melebihi 100 psf (4,79)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)

Tabel 2. (Lanjutan)

Hunian atau Penggunaan	Merata psf (kN/m^2)	Terpusat lb (kN)
Koridor		
Lantai pertama	100 (7,49) sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Lantai lain		
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)[a]	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Ruang mesin elevator (pada daerah 2 in x 2 in. [50mm x 50mm])		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai *finishing* ringan (pada area 1 in x 1 in. [25mm x 25mm])		300 (1,33)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran		
Hunian satu keluarga saja	100(4,79) 40 (1,92)	
Tangga Permanen	Lihat pasal 4.5	
Garasi/Parkir		
Mobil penumpang saja	40 (1,92)[a,b,c]	
Truk dan bus		
Susunan tangga, rel pengamandan batang pegangan	Lihat pasal 4.5	
Helipad	60 (2,87)[de] tidak boleh direduksi	
Rumah sakit :		
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang pasien	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Hotel (Lihat rumah tinggal)		
Perpustakaan		
Ruang baca	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Pabrik		
Ringan	125 (6,00)	2000(8,90)
Berat	250 (11,97)	3000(13,40)
Gedung perkantoran		
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian		
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	2000(8,90)
Kantor	50(2,40)	2000(8,90)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	2000(8,90)
Lembaga hukum		
Blok sel	40 (1,92)	D
Koridor	100 (4,79)	
Tempat rekreasi		
Tempat bowling. Kolam renang, dan penggunaan yang sama	75 (3,59)	
Bangsal dansa dan Ruang dansa	100 (4,79)	
Gimnasium	100 (4,79)	
Tempat menonton baik terbuka tau tertutup	100 (4,79)	
Stadium dan tribun/arena dengan tempat duduk tetap (terikat pada lantai	60 (2,87)	

Tabel 2. (Lanjutan)

Hunian atau Penggunaan	Merata psf (kN/m^2)	
Rumah tinggal		
Hunian (satu keluarga dan dua keluarga)		
Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang	10 (0,48)	
Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang		
Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur	20 (0,96)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridor yang melayani mereka	30 (1,44)	
Ruang publik dan koridor yang melayani mereka	40 (1,92)	
	100 (4,79)	
Atap		
Atap dasar, berbubung, dan lengkung	20 (0,96)	
Atap digunakan untuk taman atap	100 (4,79)	
Atap yang digunakan untuk tujuan lain	Sama seperti hunian dilayani	
Atap yang digunakan untuk hunian lainnya		
Awning dan kanopi		
Konstruksi pabrik yang didukung oleh struktur rangka		
Rangka tumpu layar tertutup		200 (0,89)
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	2000 (8,9)
Komponen struktur atap utama lainnya		
Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap diatas pabrik, gudang, dan perbaikan garasi		300 (1,33)
Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		300 (1,33)
Sekolah		
Ruang kelas	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Koridor lantai pertama	100 (4,79)	1000 (4,45)
Bak-bak/*scuttles*, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses		200 (0,89)
Pinggir jalan untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11,97)	8000 (35,6)
Tangga dan jalan keluar	100 (4,79)	300
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1,92)	300
Gudang di atas langit-langit	20 (0,96)	
Gudang penyimpan barang sebelum disalurkan ke pengecer (jika diantisipasi menjadi gudang penyimpanan, harus dirancang untuk beban lebih berat)		
Ringan	125 (6,00)	
Berat	250 (11,97)	

Sumber : SNI 1727-2013

3. Beban Angin

Penentuan beban angin dapat dilakukan dengan menentukan parameter-parameter dasar yang diasumsikan berdasarkan Pasal 26 dan Pasal 27 SNI 1727-2013. Beban angin diasumsikan datang dari segala arah horizontal serta beban angin dapat diperbesar jika catatan atau pengalaman menunjukan bahwa kecepatan angin lebih tinggi daripada yang ditentukan. (SNI 1727-2013)

a. Penentuan parameter dasar berdasarkan Pasal 26 SNI 1727-2013

1) Kecepatan angin dasar (V), ditentukan berdasarkan instansi yang berwenang, sesuai kategori risiko bangunan dan struktur

2) Faktor arah angin (K_d), ditentukan berdasarkan Pasal 26.6 SNI 1727-2013 yang beberapa ditampilkan pada Tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. Faktor Arah Angin (K_d)

Tipe Struktur	**Faktor Arah Angin, K_d**
Bangunan Gedung	
Sistem Penahan Beban Angin Utama	0,85
Komponen dan Klading Bangunan Gedung	0,85
Atap Lengkung	0,85
Cerobong asap, Tangki, dan Struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
Bundar	0,95

Sumber : SNI 1727-2013

3) Eksposur, untuk setiap arah angin yang diperhitungkan, yang didasarkan pada kekasaran permukaan tanah yang ditentukan dari topografi alam, vegetasi, dan fasilitas dibangun, kategori kekasaran permukaan ditampilkan pada Tabel 4 berikut ini

Tabel 4. Kekasaran Permukaan

Kategori Kekasaran	Daerah
B	Daerah perkotaan dan pinggir kota, daerah berhutan atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang banyak memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar.
C	Dataran terbuka dengan penghalang tersebar yang memiliki tinggi umumnya kurang dari30 ft(9,1m). Kategori ini mencakup daerah terbuka datardan padang rumput.
D	Area datar,area tidak terhalang dan permukaan air.Kategori ini berisi lumpur halus, padang garam, dan es tak terputus

Sumber : SNI 1727-2013

4) Faktor Topografi (K_{zt}), digunakan untuk menentukan efek peningkatan kecepatan angin, jika kondisi situs dan lokasi gedung dan struktur bangunan lain tidak memenuhi semua kondisi yang disyaratkan dalam Pasal 26.8.1 SNI 1727:2013, K_{zt} = 1,0.

5) Faktor Efek Tiupan Angin (G), untuk suatu bangunan gedung dan struktur lain yang kaku boleh diambil sebesar 0,85.

6) Koefisien Tekanan Internal (GCpi), diklasifikasikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Koefisien Tekanan Internal (GCpi)

Klasifikasi Ketertutupan	GCpi
Bangunan gedung terbuka	0,00
Bangunan gedung tertutup sebagian	0,55
Bangunan gedung tertutup	0,18

Sumber : SNI 1727-2013

b. Penentuan koefisien eksposur tekanan velositas, K_z atau K_h

Koefisien eksposur tekanan velositas ditentukan dalam Tabel 6 di bawah ini

Tabel 6. Koefisien Eksposur Tekanan Velositas

Tinggi Atas Level Tanah (z)		Eksposur		
Ft	**(m)**	**B**	**C**	**D**
0-15	(0-4,6)	0,57	0,85	1,03
20	(6,1)	0,62	0,90	1,03
25	(7,6)	0,66	0,94	1,08
30	(9,1)	0,70	0,98	1,12
40	(12,2)	0,76	1,04	1,16
50	(15,2)	0,81	1,09	1,22
60	(18)	0,85	1,13	1,27

Sumber : SNI 1727-2013

c. Tekanan Velositas

Tekanan velositas, q_z, dievaluasi pada ketinggian *z* harus dihitung dengan persamaan berikut:

$q_z = 0{,}00256K_zK_{zt}K_dV^2$ (lb/ft2) .....(2.44)

[Dalam SI: qz = 0,613KzKztKdV2 (N/m2); V dalam m/s].....(2.45)

Keterangan

K_d = faktor arah angin, Tabel 3

K_z = koefisien eksposur tekanan velositas, Tabel 6

K_{zt} = faktor topografi tertentu

V = kecepatan angin dasar

q_z = tekanan velositas dihitung menggunakan Persamaan 2.44

q_h = tekanan velositas dihitung menggunakan Persamaan 2.45

d. Beban Angin

Beban angin untuk bangunan bangunan gedung dari semua ketinggian harus ditentukan persamaan berikut:

$p = qGC_p - q_i(GC_{pi})$ (lb/ft^2) (N/m^2) .....(2.46)

Keterangan

q = q_z untuk dinding di sisi angin datang yang diukur pada ketinggian z di atas permukaan tanah

q = q_h untuk dinding di sisi angin pergi, dinding samping, dan atap yang diukur pada ketinggian h

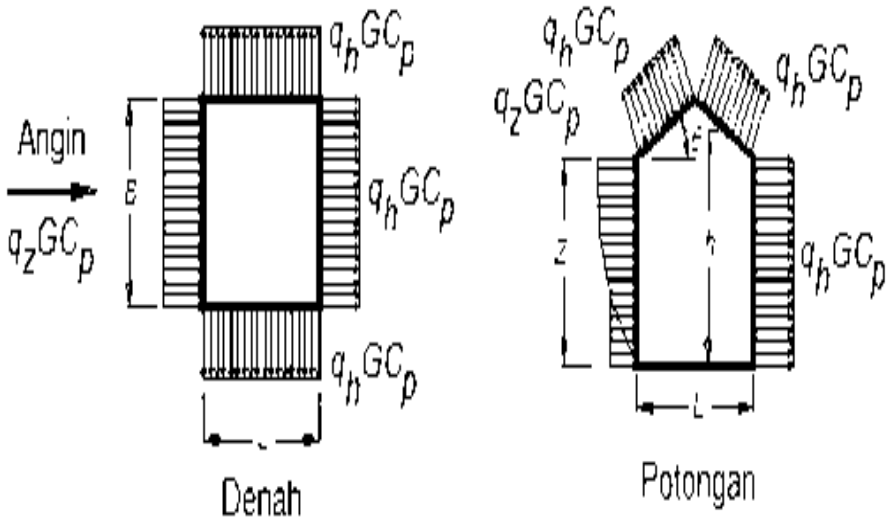
G = faktor efek-tiupan angin, lihat Pasal E.3.(5)

C_p = koefisien tekanan eksternal dari Tabel 7

(GC_{pi}) = koefisien tekanan internal dari Tabel 5

e. Koefisien tekanan eksternal (C_p)

Koefisien tekanan eksternal ditentukan secara bersamaan pada atap berdasarkan Gambar 5 dan dalam Tabel 7.



Atap pelana, atap perisai

Sumber : SNI 1727:2013

Gambar 5. Distribusi Koefisien Tekanan Eksternal

Tabel 7. Koefisien Tekanan Atap (C_p)

Arah Angin	Koefisien Tekanan Atap				
	Di sisi angin datang			Di sisi Angin Pergi	
	Sudut, θ (derajat)			Sudut, θ (derajat)	
	h/L	10	15	10	15
Tegak lurus terhadap bubungan untuk θ ≥ 10°	≤0,25	-0,7 -0,18	-0,5 0,0*	-0,3	-0,6
	0,5	-0,9 -0,18	-0,7 -0,18	-0,5	-0,6

*Nilai disediakan untuk interpolasi
Sumber : SNI 1727-2013

4. Beban Air Hujan

Berdasarkan SNI 1727:2013 beban air hujan rencana dirancang pada setiap bagian dari suatu atap dan mampu menahan beban dari semua air hujan, yang dihitung berdasarkan persamaan 2.1 berikut ini

$R = 0{,}0098(d_s + d_h)$ .....(2.47)

Keterangan

R = beban air hujan pada atap yang tidak melendut, lb/ft^2. (N/mm^2)

d_s = kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk sistem drainase sekunder apabila system drainase perimer tertutup (tinggi statis), in. (mm)

d_h = tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut di atas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana (tinggi hidrolik), in. (mm)

G. Persyaratan Desain

1. Ketentuan Umum

Desain dari komponen struktur dan sambungan harus konsisten dengan perilaku dimaksud dari sistem portal dan asumsi yang dibuat dalam analisis

struktur. Kecuali dibatasi oleh peraturan bangunan gedung yang berlaku, ketahanan terhadap beban lateral dan stabilitas bisa menggunakan setiap kombinasi komponen struktur dan sambungan.

2. Beban dan Kombinasi Beban

   Beban dan kombinasi beban harus seperti ditetapkan oleh peraturan bangunan gedung yang berlaku Pada pasal ini dan yang akan digunakan sebagai acuan selanjutnya adalah kombinasi pembebanan berdasarkan :

   Desain Faktor Beban dan Kekuatan (DFBK)

   1) 1,4D
   2) 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau S atau R)
   3) 1,2D + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5W)
   4) 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau S atau R)
   5) 1,2D + 1,0E + L + 0,2S
   6) 0,9D + 1,0W
   7) 0,9D + 1,0 E

3. Dasar Desain

   Desain harus dibuat sesuai dengan ketentuan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK).

   a. Kekuatan Perlu

      Kekuatan perlu komponen struktur dan sambungan harus ditentukan melalui analisis struktur untuk kombinasi beban yang sesuai Pasal B.2 pada SNI 1729-2015. Desain dilakukan dengan analisis plastis.

   b. Keadaan Batas

Desain harus berdasarkan pada prinsip bahwa kekuatan atau keadaan batas kemampuan layan tidak dilampaui saat struktur menahan semua kombinasi beban yang sesuai.

Desain untuk persyaratan integritas struktur dari peraturan bangunan gedung yang berlaku harus berdasarkan kekuatan nominal daripada kekuatan desain (DFBK), kecuali secara khusus dinyatakan lain dalam peraturan bangunan gedung yang berlaku. Keadaan batas untuk sambungan yang berdasarkan pembatasan deformasi atau pelelehan dari komponen sambungan tidak perlu memenuhi persyaratan integritas struktur.

Untuk memenuhi persyaratan integritas struktur dari peraturan bangunan gedung yang berlaku, baut tipe tumpu di sambungan diizinkan memiliki lubang-lubang berslot pendek paralel terhadap arah beban tarik, dan harus diasumsikan terdapat pada ujung slot tersebut.

c. Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)

Desain yang sesuai dengan ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK. Desain harus dilakukan sesuai dengan persamaan

$P_u \leq \phi P_n$ ..... (2.48)

Keterangan

P_u = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

P_n = kekuatan nominal

ϕ = faktor ketahanan

ϕP_n = kekuatan desain

H. Batang Tarik dan Batang Tekan

1. Batang Tarik

Batang tarik adalah elemen batang pada struktur yang menerima gaya tarik aksial murni dan umumnya terdapat pada struktur rangka batang. Batang tarik ini sangat efektif dalam memikul beban, dan dapat terdiri dari profil tunggal ataupun profil-profil tersusun. Contoh penampang batang tarik adalah profil bulat, pelat, siku, siku ganda, kanal, WF, dan lain-lain. Batang tarik dihubungkan dengan sambungan baut atau *rivet* dan sambungan las dengan menggunakan pelat sambung pada ujung batang.

Menurut SNI 1729-2015 pada BAB D mengenai Desain Struktur untuk Tarik hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1.1 Mekanisme Runtuh Akibat Tarik

Dalam menentukan tahanan nominal suatu batang tarik, harus diperiksa terhadap tiga macam kondisi keruntuhan yang menentukan yaitu

a) Kondisi limit pada batang yakni;

- leleh penampang pada daerah yang jauh dari sambungan

b) Kondisi limit pada sambungan yakni;

- fraktur pada penampang efektif neto (penampang dengan baut pada sambungan);
- geser blok pada penampang dengan lubang baut pada sambungan.

1.2 Pembatasan Kelangsingan

Tidak ada batas kelangsingan maksimum untuk komponen struktur dalam tarik, namun disarankan untuk membatasi sebesar :

$L/r \leq 300$

L = panjang komponen struktur (m atau mm)

r = jari-jari girasi penampang (m atau mm)

namun hal ini tidak berlaku untuk batang (*rod*) atau gantungan (*hanger*).

1.3 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik desain, $\phi_t P_n$, dan kekuatan tarik tersedia P_n/Ω_t , dari komponen struktur tarik, harus nilai terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan *batas* dari *leleh* tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang neto.

a. Untuk leleh tarik pada penampang bruto

$P_n = F_y A_g$ ..... (2.49)

ϕ_t = 0,90 (DFBK)

b. Untuk keruntuhan tarik pada penampang neto

$P_n = F_u A_e$ ..... (2.50)

ϕ_t = 0,75 (DFBK)

Keterangan :

A_e = Luas neto efektif, in^2 (mm^2)

A_g = Luas bruto dari komponen struktur, in^2 (mm^2)

F_y = tegangan leleh minimum yang diisyaratkan, ksi (MPa)

F_u = kekuatan tarik minimum yang diisyaratkan, ksi (MPa)

1.4 Luas Efektif

Luas penampang efektif (A_e) adalah luas penampang total yang telah direduksi akibat adanya gaya yang tidak sentris atau akibat adanya lubang pada batang.

$A_e = A_n U$ ..... (2.51)

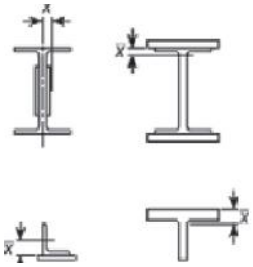
A_n = luas neto (mm^2)

A_e = luas efektif (mm^2)

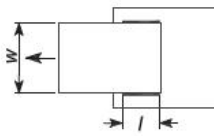
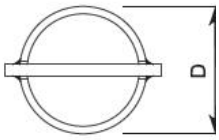
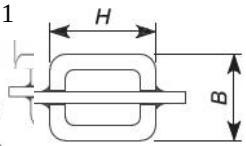
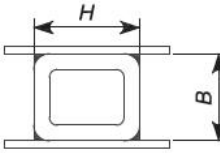
U = faktor *shear lag*

Untuk menentukan faktor Shear Lag dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Faktor *Shear Lag* untuk Sambungan pada Komponen Struktur Tarik

Kasus	Deskripsi Elemen	Faktor Shear Lag, U	Contoh
1	Semua komponen struktur tarik dimana beban tarik disalurkan secara langsung ke setiap dari elemen profil melintang melalui sarana penyambung atau las-las (kecuali seperti dalam kasus 4,5,dan 6)	U = 1,0	———
2	Semua komponen struktur tarik, kecuali pelat dan PSB, dimana beban tarik disalurkan ke beberapa tetapi tidak semua dari elemen profil melintang melalui sarana penyambung atau las longitudinal atau melalui las longitudinal dalam kombinasi dengan las transversal. (Secara alternatif, untuk W,M,S dan HP. Kasus 7 dapat digunakan untuk baja siku, kasus 8 dapat digunakan)	$U = 1 - \frac{\bar{x}}{t}$	
3	Semua komponen struktur tarik dimana beban tarik hanya disalurkan melalui las transversal ke beberapa tapi tidak semua dari elemen profil melintang	U = 1,0 dan A_n = luas dari elemen yang disambung langsung	———

Tabel 8. (Lanjutan)

Kasus	Deskripsi Elemen		Faktor Shear Lag, U	Contoh
4	Pelat dimana beban tarik disalurkan melalui hanya las longitudinal		I ≥ 2w ... U = 1,0 2w > I ≥ 1,5w ... U = 0,87 1,5w > I ≥ w ... U = 0,75	
5	PSB bundar dengan sebuah pelat buhul konsentris tunggal		I ≥ 1,3D ... U = 1,0 D ≤ I < 1,3D ... U = 1 - $\frac{\bar{x}}{I}$ $\bar{x}$ = D / π	
6	PSB persegi	Dengan sebuah pelat buhul	I ≥ H ... U = 1 - $\frac{\bar{x}}{I}$ $\bar{x}$ = $\frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		Dengan dua sisi pelat buhul	I ≥ H ... U = 1 - $\frac{\bar{x}}{I}$ $\bar{x}$ = $\frac{B \times B}{4(B+H)}$	
7	Bentuk W, M, S, atau T atau HP memotong dari bentuk-bentuk ini (jika U dihitung dalam kasus 2, nilai yang lebih besar diizinkan digunakan)	Dengan sayap disambungkan dengan 3 atau lebih sarana penyambung per baris di arah pembebanan	b_f ≥ (2/3)d ... U = 0,90 b_f < (2/3)d ... U = 0,85	———
		Dengan badan disambungkan dengan 4 atau lebih sarana penyambung per baris di arah pembebanan	U = 0,70	———
	Siku tunggal dan ganda (jika U dihitunga dalam kasus 2, nilai yang lebih besar diizinkan untuk digunakan)	Dengan 4 atau lebih sarana penyambung per baris di arah pembebanan	U = 0,80	———
		Dengan 3 sarana penyambung per baris di arah pembebanan (dengan lebih sedikit dari 3 sarana penyambung per baris di arah pembebanan,gunakan kasus 2)	U = 0,60	———

I = panjang sambungan, in (mm)
w = lebar pelat, in (mm)
$\bar{x}$ = eksentrisitas sambungan, in (mm)
B = lebar keseluruhan dari komponen struktur PSB persegi, diukur 90^O terhadap bidang dari sambungan, in (mm)
H = tinggi keseluruhan dari komponen struktur PSB persegi, diukur pada bidang sambungan, in (mm)

Sumber : SNI 1729-2015

Luas bruto (A_g) hanya digunakan pada kondisi batas leleh, terjadi pada sebagian besar bentang komponen struktur tarik.

Luas efektif (A_e) digunakan pada kondisi batas fraktur (paska leleh), terjadi pada daerah di sekitar perlemahan (lubang, distribusi tegangan tidak merata).

a) Efek *Shear Lag*

Efek *Shear Lag* terjadi karena tegangan tarik tidak merata di daerah sambungan karena adanya perubahan letak titik tangkap (eksentrisitas) gaya aksial pada struktur tarik. Titik tangkap gaya pada daerah sambungan terletak pada sisi luar penampang yang bersentuhan dengan bagian (elemen) komponen struktur yang disambung.

b) Luas Neto

- Sambungan las

1) Sambungan las memanjang, atau kombinasi memanjang + melintang (tanpa lubang)

$A_n = A_g$

2. Sambungan las melintang (tanpa lubang)

$A_n = A_g$

U = 1, jika seluruh penampang dilas.

1.5 Keruntuhan Geser Blok

Keruntuhan geser blok merupakan kegagalan karena robeknya suatu blok pelat baja pada daerah sambungan (*block shear rupture*). Mode kegagalan ditahan oleh penampang pada batas daerah yang terdapat

sambungan. Tegangan tarik pada penampang tegak lurus sumbu batang, sedangkan tegangan geser pada penampang sejajar sumbu batang.

Kekuatan yang tersedia untuk mekanisme geser blok:

$\phi_t R_n = 0{,}60F_uA_{nv} + U_{bs}F_uA_{nt} \leq 0{,}60F_yA_{gv} + U_{bs}F_uA_{nt}$ ..... (2.52)

$\phi_t R_n = U_{bs}F_uA_{nt} + \min (\leq 0{,}60F_uA_{nv}$ atau $0{,}60F_yA_{gv})$ ..... (2.53)

$\phi_t = 0{,}75$

A_{gv} = luas bruto untuk mekanisme geser (mm^2)

A_{nv} = luas neto untuk mekanisme geser (mm^2)

A_{nt} = luas neto untuk mekanisme tarik (mm^2)

U_{bs} = 1,0 (jika tegangan leleh terdistribusi merata)

0,5 (jika tegangan leleh tidak terdistribusi merata)

2. Batang Tekan

Sama halnya seperti batang tarik, batang tekan juga hanya memikul atau mentransfer gaya aksial antara dua titik pada struktur. Akan tetapi sifat gaya aksial yang diterima adalah gaya tekan aksial. Sehingga pengaruh tekan (*buckling*) atau lenturan tiba-tiba akibat ketidakstabilan merupakan persoalan yang mendapat perhatian lebih pada batang tekan. Kekuatan batang tekan tidak hanya dipengaruhi kekuatan bahannya akan tetapi turut dipengaruhi bentuk geometris penampang (jari-jari girasi penampang).

Tekuk yang terjadi pada penampang batang tergantung dari rasio kelangsingan penampang (λ) batangnya.seluruh tekuk yang terjadi pada batang akan mengikuti salah satu dari tiga macam tekuk yang ada, yaitu;

tekuk lentur, tekuk lokal, tekuk lentur-torsi.penjelasan ketiga macam tekuk ini adalah sebagai berkut; Tekuk Lentur (Tekuk Euler) merupakan fenomena komponen struktur tekan tiba-tiba menerima lentur (*bending*) ketika komponen struktur menjadi tidak stabil. Tekuk Lokal terjadi ketika sebagian atau seluruh bagian dari penampang komponen struktur sangat tipis sehingga bagian tersebut mengalami tekuk terlebih dahulu. Tekuk Lentur-Torsi terjadi pada komponen struktur dengan penampang tertentu; komponen struktur mengalami kombinasi dari lentur dan torsi pada saat bersamaan.

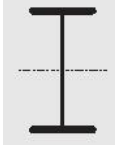
2.1 Ketentuan Umum

Kekuatan desain, $\phi_c P_n$, dan kekuatan tekan tersedia, P_n/Ω_c , ditentukan sebagai berikut

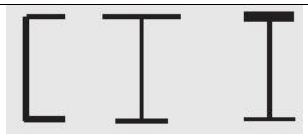
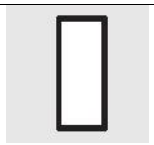
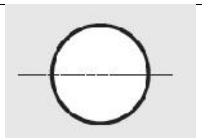
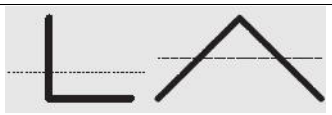
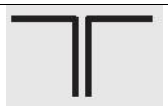
Kekuatan tekan nominal P_n , harus nilai terendah yang diperoleh berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi, dan tekuk torsi-lentur.

ϕ_c = 0,90 (DFBK)

Tabel 9. Tabel Pemilihan untuk Penerapan Profil

Penampang Melintang	Tanpa Elemen Langsing		Dengan Elemen Langsing	
	Penampang pada Bab E	Keadaan batas	Penampang pada Bab E	Keadaan batas
	E3 E4	FB TB	E7	LB FB TB

Tabel 9. (Lanjutan)

Penampang Melintang	Tanpa Elemen Langsing		Dengan Elemen Langsing	
	Penampang pada Bab E	Keadaan batas	Penampang pada Bab E	Keadaan batas
	E3 E4	FB FTB	E7	LB FB FTB
	E3	FB	E7	LB FB
	E3	FB	E7	LB FB
	E5		E5	
	E6 E3 E4	FB FTB	E6 E7	LB FB FTB
	E3	FB	N/A	N/A
Bentuk tidak simetris selain siku tunggal	E4	FTB	E7	LB FTB
FB = tekuk lentur, TB = tekuk torsi, FTB = tekuk torsi-lentur, LB = tekuk lokal				

Sumber : SNI 1729-2015

2.2 Panjang Efektif

Faktor panjang efektif K, untuk perhitungan komponen kelangsingan struktur, **KL/r** harus ditentukan menurut bab C atau Lampiran 7 pada SNI 1729-2015

Keterangan :

L = panjang tanpa di breising lateral dari komponen struktur,in (mm)

r = radius girasi, in (mm)

catatan :

untuk komponen struktur yang dirancang berdasarkan tekan, $\frac{KL}{r} \leq 200$

2.3 Tekuk Lentur dari komponen struktur Tanpa Elemen Langsing

Pasal ini diterapkan untuk komponen struktur tekan, elemen nonlangsing seperti dijelaskan dalam pasal B4.1 (SNI 1729-2015) untuk elemen dalam tekan merata.

Catatan: bila panjang tidak di breising torsional adalah lebih besar dari panjang tanpa dibreising lateral, pasal E4 (SNI 1729-2015) boleh mengontrol desain dari sayap lebar dan kolom-kolom berbentuk serupa.

Kekuatan tekan nominal P_n, harus ditentukan berdasarkan keadaan batas dari tekuk lentur.

Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai k_c teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai k_c yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Kode ujung	Jepit Sendi Roll tanpa putaran sudut Ujung bebas					

Sumber : SNI 2013

Gambar 6. Harga Koefisien Penjepitan (Kc) pada Elemen Tekan

$P_n = F_{cr} A_g$ ..... (2.54)

Tegangan kritis, F_{cr} ditentukan sebagai berikut:

a. Bila $\frac{KL}{r} \leq 4{,}71\sqrt{\frac{E}{f_y}}$ (atau $\frac{f_y}{F_e} \leq 2{,}25$)

$F_{cr} = 0{,}658^{\frac{F_y}{F_e}} \times F_y$ ..... (2.55)

b. Bila $\frac{KL}{r} > 4{,}71\sqrt{\frac{E}{f_y}}$ (atau $\frac{f_y}{F_e} > 2{,}25$)

$F_{cr} = 0{,}877F$ ..... (2.56)

Keterangan:

F = tegangan tekuk kritis elastis ditentukan sesuai dengan pers. 2.56

$F = \frac{(\pi^2)E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$ ..... (2.57)

2.4 Tekuk Torsi dan Tekuk Torsi-Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing

Pasal ini diterapkan untuk komponen struktur simetris tunggal dan asimetris, dan komponen struktu simetris ganda tetentu, misalnya kolom *cruciform* atau kolom tersusun tanpa elemen langsing, seperti didefinisikan pada pasal B4.1 (SNI 1729-2015) untuk elemen dalam tekan merata. Sebagai tambahan, pasal ini diterapkan untuk semua komponen struktur simetris ganda tanpa elemen langsing bila panjang tanpa breising torsional melebihi panjang tanpa breising lateral. Ketentuan ini diperlukan untuk siku tunggal dengan **b/t > 20**.

Kekuatan tekan nominal, P_n harus ditentukan berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk torsi dan tekuk torsi-lentur sebagai berikut:

$P_n = F_{cr}A_g$ ..... (2.58)

Tegangan kritis F_{cr} , yang ditentukan sebagai berikut:

a. Untuk komponen struktur tekan siku ganda dan profil T :

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry}+F_{crz}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry}+F_{crz})^2}}\right] \quad \text{..... (2.59)}$$

Dimana F_{cry} diambil sebagai F_{cr} dari Persamaan 2.55 atau 2.56, untuk tekuk lentur pada sumbu y simetris, dan $\frac{KL}{r} = \frac{K_yL}{r_y}$ untuk komponen struktur tekan berbentuk T, dan $\frac{KL}{r} = \left(\frac{KL}{r}\right)_m$ dari pasal E6 (SNI 1729-2015) untuk komponen struktur tekan siku ganda, dan

$$F_{crz} = \frac{GJ}{A_g\bar{r}_O^2} \quad \text{..... (2.60)}$$

b. Untuk semua kasus lainnya, F_{cr} harus ditentukan sesuai dengan Persamaan 2.53 atau 2.54, dengan menggunakan tegangan tekuk elastis torsi atau torsi-lentur, $F_{_}$ ditentukan sebagai berikut:

(i) Untuk komponen struktur simetris ganda :

$$F = \left[\frac{\pi^2EC_w}{(K_zL)^2} + GJ\right]\frac{1}{I_x+I_y} \quad \text{..... (2.61)}$$

(ii) Untuk komponen struktur simetris tunggal dimana y adalah sumbu simetris:

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{ey}+F_{ez}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey}+F_{ez})^2}}\right] \quad \text{..... (2.62)}$$

(iii) Untuk komponen struktur tak simetris, F_e adalah akar terendah dari persamaan pangkat tiga:

$$(F - F_{ex})(F_e - F_{ey})(F - F_{ez}) - F^2(F - F_{ey})\left(\frac{x_o}{r_o}\right)^2 - F_e^2(F -$$

$$F_{ex})\left(\frac{y_o}{r_o}\right)^2 = 0 \quad \text{..... (2.63)}$$

Keterangan

A_g = luas bruto penampang dari komponen struktur, in^2 (mm^2)

C_w = konstanta pilin, in^6 (mm^6)

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_x L}{r_x}\right)^2} \quad \text{..... (2.64)}$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_y L}{r_y}\right)^2} \quad \text{..... (2.65)}$$

$$F_{ez} = \left(\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ\right)\frac{1}{A_g \bar{r}_o^2} \quad \text{..... (2.66)}$$

G = modulus elastis geser dari baja = 11200 ksi (77200MPa)

$$H = 1 - \frac{x_o^2 + y_o^2}{\bar{r}_o^2} \quad \text{..... (2.67)}$$

Keterangan :

I_x , I_y = momen inersia di sumbu utama, in^4 (mm^4)

J = konstanta torsi, in^4 (mm^4)

K_x = faktor panjang efektif untuk tekuk lentur di sumbu x

K_y = faktor panjang efektif untuk tekuk lentur di sumbu y

K_z = faktor panjang efektif untuk tekuk torsi

$\bar{r}_o$ = radius girasi polar di pusat geser, in (mm)

$$\bar{r}_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g} \quad \text{..... (2.68)}$$

r_x = radius girasi di sumbu x, in (mm)

r_y = radius girasi di sumbu y, in (mm)

x_o, y_o =koordinat pusat geser sehubungan dengan titik berat, in (mm)

catatan :

untuk profil I simetris ganda, C_w boleh diambil sebagai $I_y h_o^2/4$, dimana h_o adalah jarak antara titik berat sayap, sebagai pengganti dari analisis lebih teliti. Untuk T dan siku ganda, menhilangkan istilah dengan C_w bila dihitung F_{ez} dan diambil x_o sebesar 0.

2.5. Komponen Struktur Tekan siku Tunggal

a. Untuk siku kaki-sama atau siku kaki-tak sama yang disambungkan sampai kaki terpanjang setiap komponen struktur atau komponen struktur badan dari rangka pada sisi yang sama dari pelat buhul atau kord :

(i) Bila $0 \leq \frac{L}{r_x} \leq 80$:

$$\frac{KL}{r} = 72 + 0{,}75\frac{L}{r_x} \quad \text{..... (2.69)}$$

(ii) Bila $\frac{L}{r_x} > 80$:

$$\frac{KL}{r} = 32 + 1{,}25\frac{L}{r_x} < 200 \quad \text{..... (2.70)}$$

b. Untuk siku-kaki sama atau siku-kaki tidak sama yang disambungkan sampai kaki terpanjang komponen struktur badan dari boks atau rangka batang ruang dengan komponen struktur badan yang

berdekatan disambungkan dengan sisi yang sama pelat buhul atau kord :

(i) Bila $\frac{L}{r_x} \leq 75$:

$$\frac{KL}{r} = 60 + 0{,}8\frac{L}{r_x} \quad \text{..... (2.71)}$$

(ii) Bila $\frac{L}{r_x} > 75$:

$$\frac{KL}{r} = 45 + \frac{L}{r_x} < 200 \quad \text{..... (2.72)}$$

Untuk siku kaki-tidak sama dengan rasio panjang kaki kurang dari 1,7 dan disambungkan sampai kaki terpendek, $\frac{KL}{r}$ dari persamaan 2.69 dan 2.70 harus ditingkatkan dengan pnambahan sebesar $6[\left(\frac{bl}{bs}\right)^2 - 1]$, tetapi KL/r dari komponen struktur tidak boleh diambil kurang dari $0{,}82L/r_z$,

Keterangan :

L = panjang dari komponen struktur antara titik-titik kerja pada sumbu kord rangka batang, in (mm)

b_l = panjang dari kaki terpanjang dari siku, in (mm)

b_s = panjang dari kaki terpendek dari siku, in (mm)

r_x = radius girasi di sumbu geometris paralel dengan kaki yang disambung, in (mm)

r_y = radius girasi di sumbu utama minor, in (mm)

2.6. Komponen Struktur Tersusun

2.6.1 Kekuatan Tekan

a. Untuk konektor menengah yang dibaut secara *snug-tight* :

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_o^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2} \quad \text{..... (2.73)}$$

b. Untuk konektor menengah yang di las atau yang disambung dengan baut pra-tarik:

(i) Bila $\frac{a}{r_i} \leq 40$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \left(\frac{KL}{r}\right)_o \quad \text{..... (2.74)}$$

(ii) Bila $\frac{a}{r_i} > 40$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_o^2 + \left(\frac{K_i a}{r_i}\right)^2} \quad \text{..... (2.75)}$$

Keterangan :

$\left(\frac{KL}{r}\right)_m$ = rasio kelangsingan dimodifikasi dari komponen struktur tersusun

$\left(\frac{KL}{r}\right)_o$ = rasio kelangsingan dari komponen struktur tersusun yang bekerja sebagai suatu kesatuan pada arah tekuk yang diperhitungkan

K_i = 0,50 untuk siku belakang-terhadap-belakang

0,70 untuk kanal belakang-terhadap-belakang

0,86 untuk semua kasus lainnya

a = jarak antara konektor, in (mm)

r_i = radius girasi minimum dari setiap komponen, in (mm)

2.7. Komponen Struktur dengan Elemen Langsing

Pasal ini diterapkan untuk komponen struktur tekan elemen-langsing, seperti dijelaskan dalam pasal B4-1 (SNI 1729-2015) untuk elemen-elemen dalam tekan merata.

Kekuatan tekan nominal, P_n, harus nilai terendah berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk torsi-lentur yang sesuai:

$$P_n = F_{cr}A_g \quad \text{..... (2.76)}$$

Tegangan kritis, F_{cr} harus ditentukan sebagai berikut:

a. Bila $\frac{KL}{r} \leq 4{,}71\sqrt{\frac{E}{QF_y}}$ $\left(\text{atau } \frac{QF_y}{F_e} \leq 2{,}25\right)$

$$F_{cr} = Q\left[0{,}658^{\frac{QF_y}{F_e}}\right]F_y \quad \text{..... (2.77)}$$

b. Bila $\frac{KL}{r} > 4{,}71\sqrt{\frac{E}{QF_y}}$ $\left(\text{atau } \frac{QF_y}{F_e} > 2{,}25\right)$

$$F_{cr} = 0{,}877F \quad \text{..... (2.78)}$$

Keterangan:

F_e = tegangan tekuk elastis, dihitung dengan menggunakan persamaan 2.55 dan 2.59 untuk komponen struktur simetris ganda, Persamaan 2.55 dan 2.60 untuk komponen struktur simetris tunggal, dan persamaan 2.61 untuk komponen struktur asimetris, kecuali untuk siku tunggal dengan b/t ≤ 20, dimana F dihitung dengan menggunakan persamaan 2.55, ksi (MPa)

Q = faktor reduksi neto yang untuk semua elemen tekan langsing

= 1,0 untuk komponen struktur tanpa elemen langsing, seperti dijelaskan dalam pasal B4-1(SNI 1729-2015) untuk elemen dalam tekan merata

= $Q_s Q_a$ untuk komponen struktur dengan penampang elemen-langsing, seperti dijelaskan pada pasal B4-1 (SNI 1729-2015), untuk elemen dalam tekan merata.

Catatan :

Untuk penampang melintang yang hanya terdiri dari elemen langsing tidak diperkaku, Q_s(Q_a = 1,0). Untuk penampang melintang yang hanya terdiri dari elemen langsing diperkaku, Q = Q_a (Q_s = 1,0). Untuk penampang melintang yang terdiri dari beberapa elemen langsing tidak diperkaku, hal yang konservatif untuk penggunaan Q_s terkecil dari elemen langsing lebih dalam penentuan kekuatan komponen struktur untuk tekan murni.

2.7.1 Elemen Langsing Tidak Diperkaku, Q_s

Faktor reduksi Q_s untuk elemen langsing tidak diperkaku didefinisikan sebagai berikut:

a. Untuk sayap, baja siku, dan pelat yang diproyeksikan dari kolom canai panas atau komponen struktur tekan lainnya:

(i) Bila $\frac{b}{t} \leq 0{,}56\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}0$ ..... (2.79)

(ii) Bila $0{,}56\sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{b}{t} < 1{,}03\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}415 - 0{,}74\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{\frac{F_y}{E}}$ ..... (2.80)

(iii) Bila $\frac{b}{t} > 1{,}03\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$$Q_s = \frac{0{,}69E}{F_y\left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad \text{..... (2.81)}$$

b. Untuk sayap, baja siku, dan pelat yang diproyeksikan dari kolom profil I tersusun atau komponen struktur tekan lainnya:

(i) Bila $\frac{b}{t} \leq 0{,}64\sqrt{\frac{Ek_c}{F_y}}$

$$Q_s = 1{,}0 \quad \text{..... (2.82)}$$

(ii) Bila $0{,}64\sqrt{\frac{Ek_c}{F_y}} < \frac{b}{t} < 1{,}17\sqrt{\frac{Ek_c}{F_y}}$

$$Q_s = 1{,}415 - 0{,}65\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{\frac{F_y}{Ek_c}} \quad \text{..... (2.83)}$$

(iii) Bila $\frac{b}{t} > 1{,}17\sqrt{\frac{Ek_c}{F_y}}$

$$Q_s = \frac{0{,}90Ek_c}{F_y\left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad \text{..... (2.84)}$$

Keterangan :

b = lebar dari elemen tekan tak-diperkaku, seperti dijelaskan dalam pasal B4-1 (SNI 1729-2015), in (mm)

$k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}}$, dan tidak boleh diambil kecil dari 0,35 maupun lebih besar dari 0,76 untuk perhitungan

t = tebal elemen, in (mm)

c. Untuk Siku Tunggal

(i) Bila $\frac{b}{t} \leq 0{,}45\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}0$ ..... (2.85)

(ii) Bila $0{,}45\sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{b}{t} < 0{,}91\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}34 - 0{,}76\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{\frac{F_y}{E}}$ ..... (2.86)

(iii) Bila $\frac{b}{t} > 0{,}91\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = \frac{0{,}53E}{F_y\left(\frac{b}{t}\right)^2}$ ..... (2.87)

Keterangan :

b = lebar total dari T, in (mm)

d. Untuk Badan dari T

(i) Bila $\frac{d}{t} \leq 0{,}75\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}0$ ..... (2.88)

(ii) Bila $0{,}75\sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{d}{t} < 1{,}03\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$Q_s = 1{,}908 - 1{,}22\left(\frac{d}{t}\right)\sqrt{\frac{F_y}{E}}$ ..... (2.89)

(iii) Bila $\frac{d}{t} > 1{,}03\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

$$Q_s = \frac{0{,}69E}{F_y\left(\frac{d}{t}\right)^2} \quad \text{..... (2.90)}$$

Keterangan :

d = tinggi nominal total dari T, in (mm)

2.7.2 Elemen Langsing Diperkaku, Q_a

Faktor reduksi Q_a untuk elemen diperkaku langsing didefinisikan sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{A_e}{A_g} \quad \text{..... (2.91)}$$

Keterangan :

A_g = luas bruto penampang melintang komponen struktur, in^2 (mm^2)

A = jumlah dari luas efektif penampang melintang berdasarkan lebar efektif tereduksi, b , in^2 (mm^2)

Lebar efektif tereduksi, b yang ditentukan sebagai berikut :

a. Untuk elemen langsing yang ditekan secara merata, dengan $\frac{b}{t} > 1{,}49\sqrt{\frac{E}{f}}$ kecuali sayap dan penampang bujur sangkar dan persegi ketebalan merata:

$$b = 1{,}92t\sqrt{\frac{E}{f}}\left[1 - \frac{0{,}34}{\frac{b}{t}}\sqrt{\frac{E}{f}}\right] \leq b \quad \text{..... (2.92)}$$

Keterangan:

f diambil sebagai F_{cr} dengan F_{cr}dihitung berdasarkan Q = 1,0

b. Untuk Sayap dari Penampang Elemen-Langsing bujur sangkar dan persegi ketebalan merata dengan $\frac{b}{t} \geq 1{,}40\sqrt{\frac{E}{f}}$

$$b = 1{,}92t\sqrt{\frac{E}{f}}\left[1 - \frac{0{,}38}{\frac{b}{t}}\sqrt{\frac{E}{f}}\right] \leq b \quad \text{..... (2.93)}$$

Keterangan :

$f = P_n/A$

c. Untuk Penampang Bundar yang Dibebani Secara Aksial

Bila $0{,}11\frac{E}{F_y} < \frac{D}{t} < 0{,}45\frac{E}{F_y}$

$$Q = Q_a = \frac{0{,}038E}{F_y\left(\frac{D}{t}\right)} + \frac{2}{3} \quad \text{..... (2.94)}$$

Keterangan :

D = diameter terluar dari PSB bundar, in (mm)

t = ketebalan dinding, in (mm)

I. Sambungan

Fungsi sambungan adalah mengalihkan gaya-gaya dari satu komponen struktur ke komponen yang lain sehingga beban luar yang bekerja pada struktur dapat diteruskan ke pondasi. Oleh sebab itu setiap komponen struktur, termasuk alat sambungnya, harus direncankan minimal sama atau lebih besar dibandingkan kuat perlu, yang dihasilkan dari analisa struktur terhadap beban-beban terfaktor, atau ditentukan dari kekuatan elemen yang disambung.

`

Berdasarkan SNI 1729-2015 kekuatan perlu sambungan harus ditentukan oleh analisis struktur untuk beban desain yang disyaratkan, atau merupakan suatu proporsi kekuatan yang diperlukan dari komponen struktur yang disambung. Bila sumbu gravitasi dari perpotongan komponen struktur yang dibebani secara aksial tidak memotong pada satu titik, efek eksentrisitas harus diperhitungkan.

a. Sambungan Las

   Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanasinya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Meskipun pegetahuan tentang las sudah ada sejak beberapa ribu tahun silam, namun pemakaian las dalam bidang konstruksi dapat terbilang masih baru, hal ini antara lain disebabkan pemikiran para ahli mengenai beberapa kerugian las yaitu bahwa las dapat mengurangi tahanan leleh bahan (*fatigue strength*) dibandingkan paku keling dan mereka juga berpendapat bahwa tidak mungkin untuk memastikan kualitas las yang baik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Umum

Metodologi penelitian merupakan suatu cara peneliti bekerja untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan secara sistematis.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

   Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

   a. Materi mengenai contoh perhitungan rangka atap (kuda - kuda)

   b. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729-2015)

   c. Pembebanan dengan Panduan SNI 1727-2013 dan PPPURG 1987.

2. Alat

   Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Komputer atau laptop

   Dalam penelitian ini digunakan laptop Asus dengan *Processor Intel Inside*, RAM 2 GB, *System tipe 64-bit operating system.*

b. *Mouse.*

c. Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis perbandingan volume penggunaan baja pada struktur kuda – kuda atap, meliputi :

   1) Aplikasi *Microsoft Excel*

   2) Program *AutoCAD*

C. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode analisis dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan analisis strukturnya menggunakan metode titik buhul.

Secara garis besar, perhitungan perbandingan volume kebutuhan baja pada struktur rangka kuda – kuda atap akan melalui beberapa tahap, yaitu:

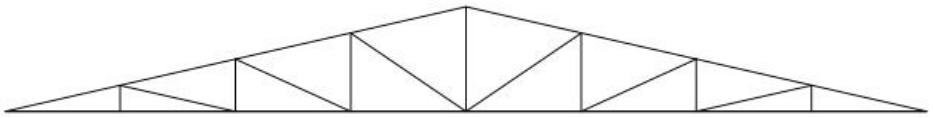
1. Menentukan data profil (mutu dan dimensi) Gording, dan berbagai kontrol pada Gording.
2. Mehitung pembebanan menggunakan panduan dari SNI 1727-2013 dan PPPURG 1987.
3. Menghitung analisis struktur rangka kuda-kuda atap menggunakan bantuan Program *Microsoft Excel*.
4. Menentukan data profil (mutu dan dimensi) rangka kuda–kuda atap untuk struktur bangunan bentang 30 m dengan beberapa variasi bentuk struktur rangka kuda–kuda atap.

5. Menghitung analisis desain rangka batang (batang tarik dan batang tekan) dan perencanaan sambungan las menggunakan SNI 03-1729-2015.
6. Menghitung perbandingan volume kebutuhan baja dari 4 tipe struktur rangka kuda-kuda atap.

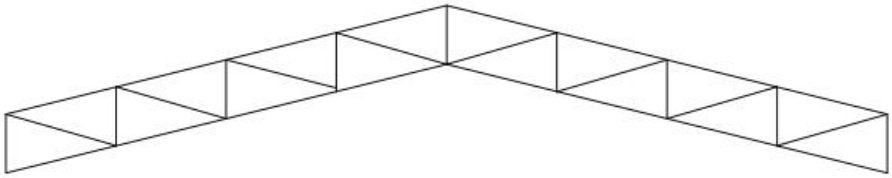
D. Model Rangka Kuda-kuda Atap

Beberapa Model Struktur Rangka Atap yang akan dianalisis antara lain :

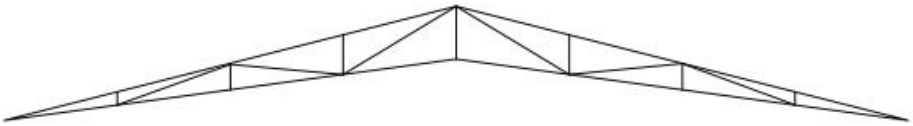
1.



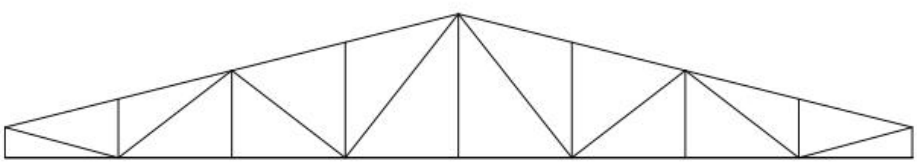
Gambar 7. Tipe Konstruksi 1



Gambar 8. Tipe Konstruksi 2

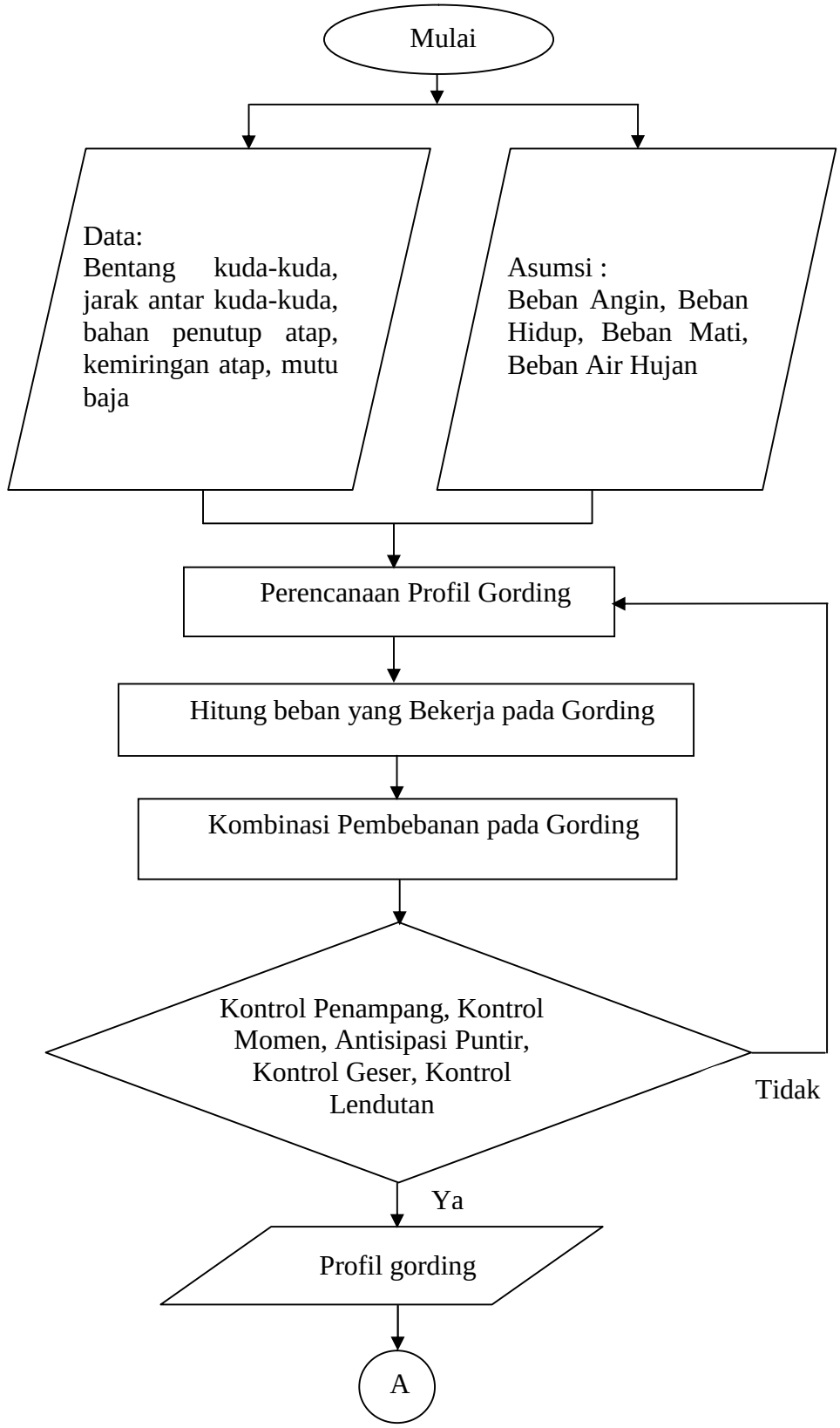


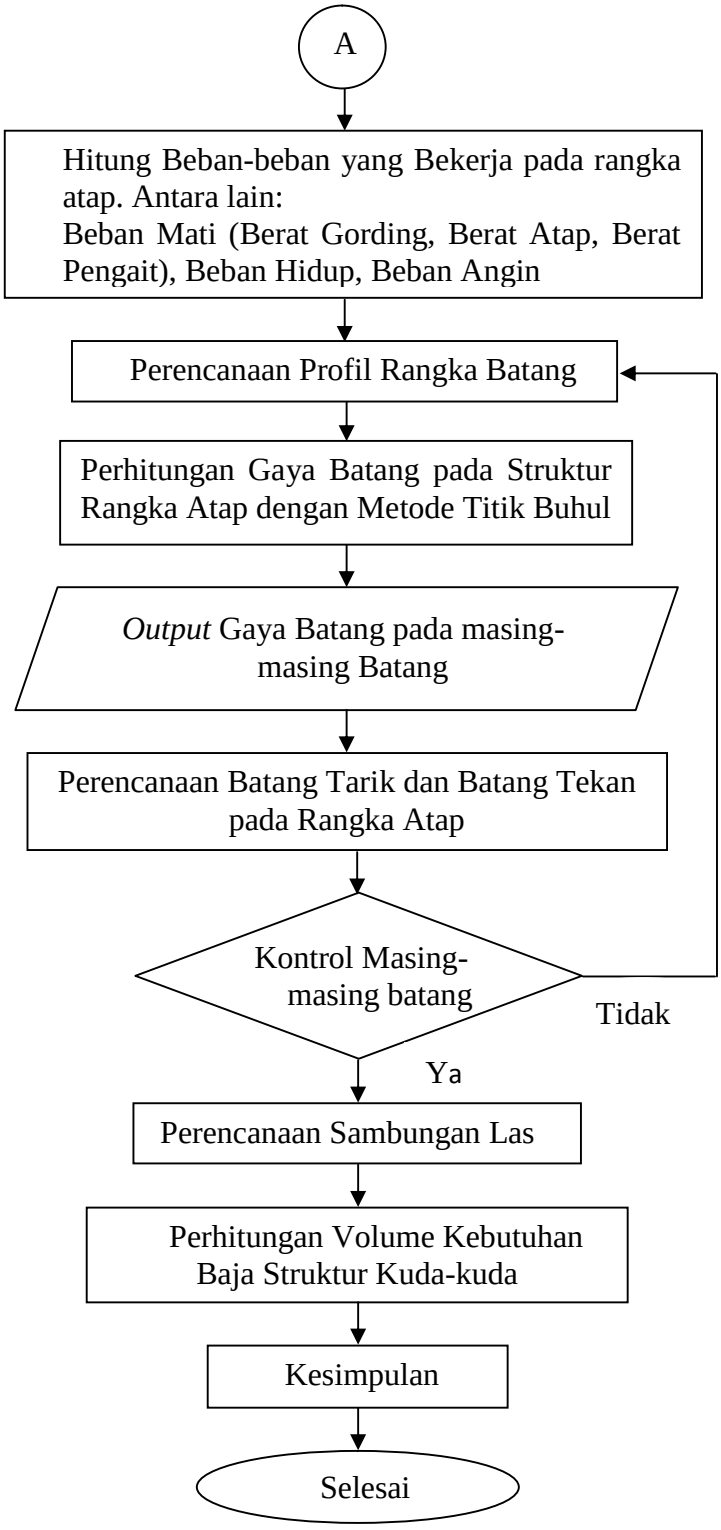
Gambar 9. Tipe Konstruksi 3



Gambar 10. Tipe Konstruksi 4

E. Diagram Alir Penelitian





Gambar 11. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Volume baja yang digunakan pada konstruksi rangka atap Tipe 1 adalah 0,2046 m^3 dengan berat 1571,4287 kg.
2. Volume baja yang digunakan pada konstruksi rangka atap Tipe 2 adalah 0,1862 m^3 dengan berat 1461,5889 kg.
3. Volume baja yang digunakan pada konstruksi rangka atap Tipe 3 adalah 0,1499 m^3 dengan berat 1176,0578 kg.
4. Volume baja yang digunakan pada konstruksi rangka atap Tipe 4 adalah 0,1488 m^3 dengan berat 1167,4652 kg.
5. Berdasarkan hasil dari volume dan berat baja yang digunakan pada masing-masing tipe rangka atap, Tipe 1 merupakan tipe rangka atap dengan volume dan berat yang paling tinggi dan menurun ke Tipe 2, Tipe 3, dan Tipe 4. Hal tersebut dikarenakan perbedaan gaya batang pada masing-masing rangka atap, perbedaan bentuk rangka atap, serta jenis profil yang digunakan.
6. Konstruksi rangka atap Tipe 4 merupakan yang paling optimal jika digunakan, dikarenakan volume dan berat baja yang digunakan pada konstruksi tersebut merupakan volume dan berat yang paling rendah.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian untuk bentang konstuksi rangka atap yang lain.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk variasi mutu baja yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Lipped Chanel*. Gunung Steel Group. http://www.gunungsteel.com/ index.php? option=com_content&view=article&id=80&Itemid=185. Diakses pada 2 Mei 2017.

Anonim. *Roof and Wall. Sheeting*. Gunung Steel Group. http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=193. Diakses pada 2 Mei 2017.

Anonim. 2013. SNI 1727-2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Struktur Lain.* Badan Standardisasi Nasional. 196 hlm.

Anonim. 2015. SNI 1729-2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural*. Badan Standardisasi Nasional. 289 hlm.

Anonim. 2015. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 64 hlm.

Daryanto. 1996. *Mekanika Bangunan*. Jakarta : PT Bumi Aksara. 171 hlm.

Dewobroto, Wiryanto. 2016. *Struktur Baja : Perilaku, Analisis dan Desain – AISC 2010.* Tanggerang : Penerbit Jurusan Teknik Sipil UPH. 973 hlm.

Gunawan, Rudy. 1988. *Tabel Profil Konstruksi Baja.* Yogyakarta : Kanisius. 68 hlm.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD.* Jakarta : Erlangga. 336 hlm.