

**TINJAUAN PERENCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA  
BATANG BAJA**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan  
pendidikan Diploma Tiga (D-3) Program Studi Teknik Konstruksi Gedung

Jurusan Teknik Sipil

PoliTeknik Negeri Ujung Pandang

ARIP SUSIPTO TALEBONG

311 18 007

IKHLASUL AMAL ANGGORO

311 18 013

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin dengan Menggunakan Rangka Batang Baja” oleh Arip Susipto Talebong NIM 311 18 007 dan Ikhlasul Amal Anggoro NIM 311 18 013 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Program Studi Konstruksi Gedung Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, September 2021

Pembimbing 1



Abdullah Latip., S.T., M.T.  
NIP. 19850309 201504 1 001

Pembimbing 2



Agus Salim, S. S.T., M.T  
NIP. 19710901 200212 1 001

Mengetahui,  
a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Ujung Pandang



Muh. Subhan S., S.T., M.T.  
NIP. 19670530 199703 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Jumat tanggal 17 September 2021, tim penguji seminar hasil tugas akhir telah menerima hasil seminar laporan tugas akhir oleh mahasiswa Arip Susipto Talebong NIM 311 18 007 dan Ikhlasul Amal Anggoro NIM 311 18 013 dengan judul “*Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin dengan Menggunakan Rangka Batang Baja*”

Makassar, 17 September 2021

Tim Penguji Seminar Hasil Tugas Akhir :

1. Jabair, S.T.,M.T.

Ketua

2. Khairil, S.T., M.Eng.

Sekretaris

3. Ramlan S, S.T., M.T.

Anggota

4. Abdullah Latip, S.T.,M.T.

Pengarah

5. Agus Salim, S.S.T.,M.T.

Pengarah



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul "*Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin dengan Menggunakan Rangka Batang Baja*" yang merupakan syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi D-3 Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan akhir ini terdapat beberapa hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

- 1) Orang Tua penulis, yang telah memberikan dukungan berupa doa, materil dan moril
- 2) Bapak Muhammad Anshar, M.Si.,Ph.D., Sebagai Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang
- 3) Bapak Andi Muh. Subhan, S.T.,M.T. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil
- 4) Bapak Abdullah Latip, S.T.,M.T. Sebagai Ketua Program studi D3 Teknik Konstruksi Gedung
- 5) Bapak Abdullah Latip, S.T.,M.T. Sebagai pembimbing I dan Bapak Agus Salim, S.S.T.,M.T. sebagai pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- 6) Seluruh dosen dan staf karyawan di Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang

7) Teman – teman Mahasiswa Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya kelas 3A Gedung (Walker) angkatan 2018 yang telah membantu dan memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh, karna berbagai masukan dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini dan demi perbaikan pada masa mendatang.

Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, September 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan penulisan .....	2
1.5. Manfaat Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Struktur Baja .....	4
2.2 Beban dan Kombinasi Beban.....	10
2.3 Perencanaan Dimensi Rangka Batang .....	20
2.4 Perencanaan Sambungan Las.....	32
2.5 Perencanaan Sambungan Baut .....	36
2.6 Perencanaan Sling .....	46
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>46</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	48

3.2	Alat dan Bahan .....	48
3.3	Prosedur Perencanaan.....	50
<b>BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI .....</b>		<b>53</b>
4.1	Data Perencanaan Sturuktur .....	55
4.2	Perhitungan Pembebanan.....	56
4.3	Analisa Struktur .....	64
4.4	Hasil Analisa Struktur.....	70
<b>BAB V PEUTUP .....</b>		<b>73</b>
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>75</b>
<b>LAMPIRAN 1 Desain Batang Penampang.....</b>		<b>74</b>
<b>LAMPIRAN 2 Desain Sambungan.....</b>		<b>96</b>
<b>LAMPIRAN 3 Desain Sling.....</b>		<b>130</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Hasil Uji Tarik.....	8
Gambar 2.2 Koefisien tekan pada permukaan terpisah dari kanopi terhubung .....	19
Gambar 2.3 Penampang Baja.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tinjauan Perencanaan .....	50
Gambar 3.2 Diagram Perencanaan Alir Batang Tarik.....	51
Gambar 3.3 Diagram Alir Perencanaan Batang Tekan.....	52
Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Sambungan Baut.....	53
Gambar 3.5 Diagram Alir Perencanaan Sambungan Las .....	54
Gambar 4.1 Rangka section 1 .....	55
Gambar 4.2 Rangka section 2 .....	55
Gambar 4.3 Rangka section 3 .....	55
Gambar 4.4 Rangka section 4 .....	55
Gambar 4.5 Rangka section 5 .....	55
Gambar 4.6 Pasangan ACP.....	57
Gambar 4.7 Pasangan rangka hollow 4x4 cm.....	57
Gambar 4.8 Pasangan tempered glass 10 mm .....	58
Gambar 4.9 Beban yang diterima section 4 dan section 5 dari rangka profil siku L 30.30.5 .....	58
Gambar 4.10 Pasangan Atap Entrance.....	59
Gambar 4.11 Input beban mati pada section 1 .....	64
Gambar 4.12 Input beban hidup pada section 1 .....	64
Gambar 4.13 Input beban Hujan pada section 1 .....	64
Gambar 4.14 Input beban Angin pada section 1 .....	62



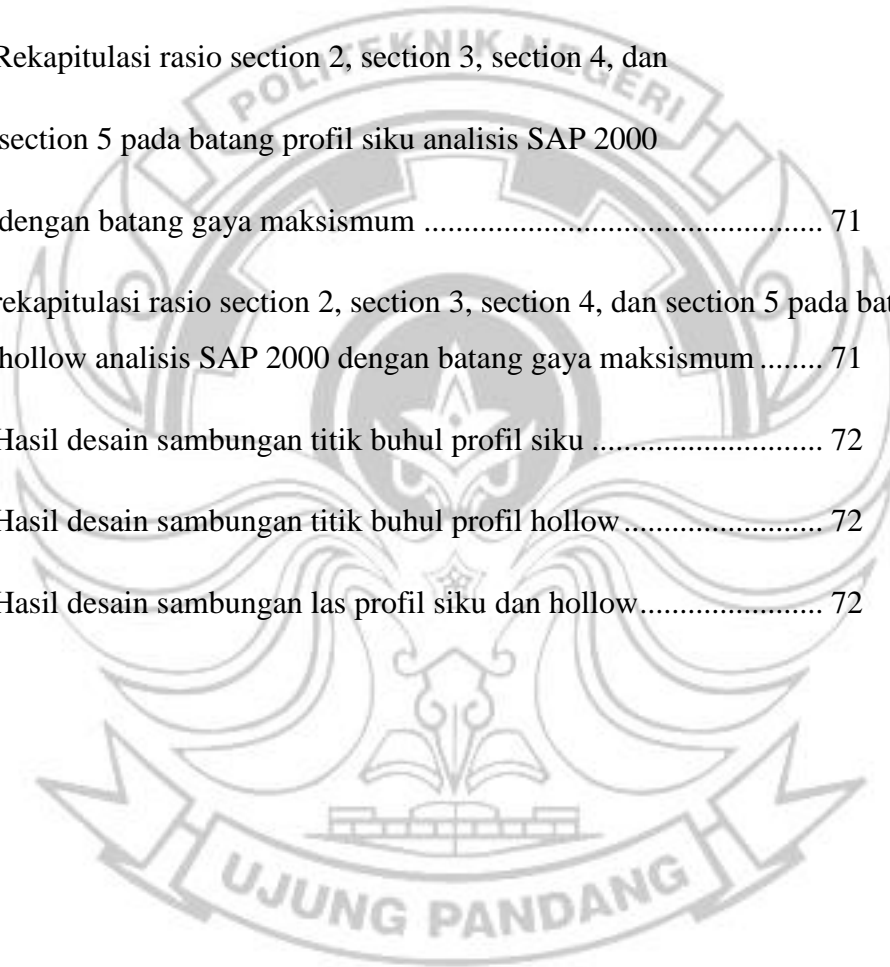
Gambar 4.15 Model struktur rangka batang .....	66
Gambar 4.16 Kodefikasi batang profil Siku Section 1 .....	66
Gambar 4.17 Kodefikasi batang profil Hollow Section 1.....	66
Gambar 4.18 Hasil analisa struktur gaya aksial profil Siku Section 1 (kuat III) .....	66
Gambar 4.19 Hasil analisa struktur gaya aksial profil Hollow Section 1 (kuat III) .....	67
Gambar 4.20 Rasio Penampang profil siku Section 1 .....	67
Gambar 4.21 Rasio Penampang profil Hollow Section 1 .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Baja Struktural.....	9
Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi merata.....	12
Tabel 2.3 Kategori risiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban banjir, angin, salju, gempa*, dan es.....	14
Tabel 2.4 Faktor arah angin $K_d$ .....	15
Tabel 2.5 Faktor elevasi permukaan tanah, $K_e$ .....	17
Tabel 2.6 Koefisien eksposur tekanan kecepatan, $K_h$ .....	18
Tabel 2.7 Faktor tahanan $\phi$ (AISC 210).....	21
Tabel 2.8 Faktor Lag geser untuk sambungan ke komponen struktur tarik.....	25
Tabel 2.9 Rasio Lebar terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Aksial Tekan.....	28
Tabel 3.1 Time Shedule Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir.....	48
Tabel 4.1 Jumlah section dan panjang bentang.....	56
Tabel 4.2 Rekapitulasi perhitungan beban untuk setiap section.....	62
Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan beban untuk setiap titik buhul.....	63
Tabel 4.4 Rekapitulasi beban mati pada titik buhul section 4 dan section 5 akibat beban ranka siku L30.30.5.....	63
Tabel 4.5 Lendutan dengan metode virtuil pada section 3 profil L 40.50.5.....	68
Tabel 4.6 Control lendutan profil siku.....	69
Tabel 4.7 Control lendutan profil Hollow.....	69
Tabel 4.8 Rekapitulasi hasil desain rangka batangn menggunakan	

profil siku .....	70
Tabel 4.9 Rekapitulasi perbandingan rasio pada rangka batang section 1	
profil siku Analisis SAP2000 dengan control manual .....	70
Tabel 4.10 Rekapitulasi hasildesain batang profil Hollow .....	71
Tabel 4.11 Rekapitulasi perbandingan rasio batang, section 1 profil hollol	
analisis SAP 2000 dengan control manual .....	71
Tabel 4.12 Rekapitulasi rasio section 2, section 3, section 4, dan	
section 5 pada batang profil siku analisis SAP 2000	
dengan batang gaya maksimum .....	71
Tabel 4.13 rekapitulasi rasio section 2, section 3, section 4, dan section 5 pada batang profil	
hollow analisis SAP 2000 dengan batang gaya maksimum .....	71
Tabel 4.14 Hasil desain sambungan titik buhul profil siku .....	72
Tabel 4.15 Hasil desain sambungan titik buhul profil hollow .....	72
Tabel 4.16 Hasil desain sambungan las profil siku dan hollow .....	72



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DESAIN BATANG PENAMPANG .....	73
LAMPIRAN 2 DESAIN SAMBUNGAN .....	94
LAMPIRAN 3 DESAIN SELING.....	128
LAMPIRAN 4 PRAKIRAAN CUACA .....	133
LAMPIRAN 5 GAMBAR DESAIN .....	135
LAMPIRAN 6 LEMBAR ASISTENSI.....	141



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A_b$  = Luas penampang baut (mm<sup>2</sup>)

$A_{brg}$  = Luas tumpu neto dari baut angkur kepala segi enam (mm<sup>2</sup>)

$A_e$  = Luasan efektif penampang karena adanya reduksi lubang baut (mm<sup>2</sup>)

$A_g$  = Luas utuh penampang (gross) (mm<sup>2</sup>)

$A_{gt}$  = Luasan gross (utuh) pada bidang tarik (mm<sup>2</sup>)

$A_{gv}$  = Luasan gross (utuh) pada bidang geser (mm<sup>2</sup>)

$A_n$  = Luas Netto (mm<sup>2</sup>)

$A_{nt}$  = Luasan netto pada bidang tarik (mm<sup>2</sup>)

$A_{nv}$  = Luasan netto pada bidang geser (mm<sup>2</sup>)

$A_{se.N}$  = Luas penampang efektif terhadap tarik

$A_{se.V}$  = Luas penampang efektif terhadap geser (mm<sup>2</sup>)

$A_{VC}$  = Luas proyeksi kerusakan beton terhadap geser dari baut angkur tunggal (mm<sup>2</sup>)

$A_w$  = Luasan badan profil (mm<sup>2</sup>)

$A_{we}$  = Luasan efektif las (mm<sup>2</sup>)

$a$  = Panjang kaki las (mm)

$b$  = Panjang sayap (mm)

$C_b$  = Faktor modifikasi

$C_v$  = Koefisien geser badan

$C_w$  = Konstanta Pilin (mm<sup>6</sup>)

$D_u$  = Faktor pengali (1,13)

$d$  = Tinggi total profil (mm)

$d'/h_o$  = Jarak antara titik berat sayap (mm)

$E$  = Modulus Elastisitas material baja (200.000 Mpa)

$F_{EXX}$  = Kekuatan klasifikasi logam pengisi dari las (MPa)

$F_H$  = Tegangan arah horizontal akibat momen punter (MPa)

$F_V$  = Tegangan arah vertical akibat momen punter (MPa)

$F_{nw}$  = Tegangan nominal dari logam las/material las (MPa)

$F_{nt}$  = Kuat tarik baut

$F_{py}$  = Tegangan leleh dari material ujung

$F_e$  = Tegangan tekuk kritis elastis (Mpa)

$F_u$  = Tegangan putus material baja (Mpa)

$F_{uta}$  = Kuat tarik baut angkur yang disyaratkan

$F_y$  = Tegangan leleh material baja (Mpa)

$F_{ya}$  = kuat leleh baut angkur yang disyaratkan

$F_{cr}$  = Tegangan kritis (Mpa)

$F'_c$  = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)

$G$  = Modulus geser baja (77.200 Mpa)

$h$  = Jarak bersih antara sayap dikurangi jari-jari sudut/las sudut (mm)

$h_f$  = Faktor terkait adanya pengisi filler

$I$  = Momen Inersia (mm<sup>4</sup> )

$I_x$  = Momen inersia di sumbu x (mm<sup>4</sup> )

$I_y$  = Momen inersia di sumbu y (mm<sup>4</sup> )

$I_p$  = Momen Inersia polar (mm<sup>2</sup> )

$i / r$  = Jari-jari girasi atau jari-jari kelembaman profil (mm)

$J$  = Konstanta torsi (mm<sup>4</sup> )

$K$  = Nilai kekakuan struktur batang (kN.m)

$K_z$  = Faktor panjang efektif untuk tekuk torsi

$k$  = Panjang efektif

$L$  = Panjang struktur (m)

$L_b$  = Panjang balok yang tidak diberi pengekang lateral

$L_p$  = panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis

$L_r$  = panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral.

$l_c$  = jarak bersih searah gaya (mm)

$l_e$  = panjang tumpu angkur terhadap geser (mm)

$M_e$  = Momen tekuk lateral torsi elastis (kN.m)

$M_n$  = Momen nominal (kN.m)

$M_{np}$  = Kapasitas momen end-plate didasarkan pada kuat baut tarik

$M_p$  = Momen Plastis (kN.m)

$M_u$  = Momen ultimate (kN.m)

$M_y$  = Momen leleh (kN.m)

$M_{pl}$  = Besarnya momen pada ssambungan

$N_{sa}$  = Kuat tarik nominal baut angkur

$N_{sb}$  = Kuat ambrol (Blowout) nominal terhadap tarik

$N_{pn}$  = Kuat cabut (pullout) nominal baut angkur

$P_u$  = Gaya aksial ultimate (N)

$P_n$  = Kuat tarik desain pada penampang tarik (N)

$P_t$  = Gaya reaksi tarik baut

$q_D$  = Beban merata Mati (kg/m)

$q_L$  = Beban merata Hidup (kg/m)

$q_U$  = Beban merata Ultimate (kg/m)

$R_u$  = Kuat perlu (N)

$R_n$  = Kuat Rencana (N)



$r_x$  = Radius girasi di sumbu x (mm)

$r_y$  = Radius girasi di sumbu y (mm)

$r_{ts}$  = Radius Girasi Efektif (mm)

$S_x$  = Modulus penampang kondisi elastis pada sumbu-x (mm<sup>3</sup>)

$T_b$  = Gaya tarik baut prategang minimum

$t$  = Tebal plat (mm)

$t_e$  = Tebal efektif las (mm)

$t_f$  = Tebal sayap (mm)

$t_p$  = Tebal pelat ujung (mm)

$t_w$  = Tebal badan (mm)

$U$  = Faktor shear lag

$V_n$  = Kekuatan geser nominal (kN.m)

$V_u$  = Kekuatan geser ultimate (kN.m)

$V_{sa}$  = Kuat geser nominal baut angkur

$Y_p$  = Parameter kuat batas pelat berdasarkan pola garis leleh

$Z_x$  = Modulus penampang kondisi plastis pada sumbu-x (mm<sup>3</sup>)

$\Psi_{c,p}$  = Faktor modifikasi untuk angkur pada daerah yang secara analisis belum timbul retak  
pada kondisi beban kerja

$\lambda$  = Rasio Tebal-Lebar

$\lambda_p$  = Batasan Rasio Tebal-Lebar (Kompak)

$\lambda_r$  = Batasan Rasio Tebal-Lebar (Non-Kompak)

$\phi$  = Faktor tahanan

$\phi_t$  = Faktor reduksi kuat leleh (0,9)

$\phi_b$  = Faktor ketahanan lentur terhadap leleh (0,9)

$\phi_{tubang}$  = Diameter lubang (mm<sup>2</sup>)

$\phi_{baut}$  = Diameter baut (mm<sup>2</sup>)

$\gamma_p$  = Faktor peningkatan kapasitas sambungan

$\mu$  = Koefisien slip rata-rata

$\Delta_{max}$  = Lendutan maksimal (mm)

$\Delta_y$  = Lendutan yang terjadi (mm)

$LL$  = Beban Hidup (kg.m)

$DL$  = Beban Mati (kg.m)

$ML$  = Momen terhadap beban hidup (kg.m)

$Y$  = Yield (Pelelehan)

$LTB$  = Lateral Torsional Buckling (Tekuk torsi-lateral)

$FLB$  = Flange Lokal Buckling (tekuk lokal-sayap)

$WLB$  = Web Lateral Buckling (tekuk lokal-badan)

$TFY$  = Yield Flange Tension (Pelelehan sayap tarik)

***LLB*** = Leg Lock Buckling (Tekuk lokal kaki)

***C*** = Kompak

***NC*** = Nonkompak

***S*** = Langsing



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dibidang konstruksi saat ini semakin pesat dimana penggunaan bahan material untuk struktur menjadi salah satu faktor utama. Di Indonesia bahan material yang umum digunakan yaitu bahan beton, baja maupun kayu yang mana ketiga material tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Kanopi merupakan salah satu unsur atau elemen dari sebuah bangunan, pada umumnya elemen ini sering kali diaplikasikan pada bangunan kantor, rumah, hotel gedung pertemuan dan sebagainya. Posisi atau dekat dengan pintu utama maupun teras dan menghadap kedepan.

Pada Proyek Pembangunan Training Center dan Hotel Universitas Hasanuddin Tahap I TA 2020, konstruksi rangka kanopi yang dikerjakan menggunakan material baja *WF 350.175.7.1* dengan berat berkisar 3529,53 Kg. Pada umumnya pemilihan tipe konstruksi rangka batang (trus) akan memberikan berat yang lebih ringan untuk bentang yang sama. Pengurangan berat selain berdampak pada berat beban untuk kolom penumpu juga signifikan mengurangi biaya.

Melalui proyek akhir ini hipotesa tersebut akan diuji dengan menggunakan material baja penampang siku dan hollow, maka penulis akan mendesain ulang struktur kanopinya dengan model rangka batang baja. Karena adanya pemikiran tentang hal itu, maka penulis memilih judul “Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin dengan Menggunakan Rangka Batang Baja”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian-uraian yang dikemukakan diatas, maka ada beberapa masalah yang sangat penting dalam tinjauan perencanaan ini, Rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merencanakan dimensi komponen struktur konstruksi rangka baja dengan Analisa jasa dan menggunakan SAP2000.
- 2) Bagaimana perbandingan berat volume baja rangka Kanopi yang akan di tinjau dan Hasil tinjauan ulang.

### **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Pada tinjauan perencanaan ini yang menjadi ruang lingkup penelitian dari tahap-tahap atau proses Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin dengan Menggunakan Rangka Batang Baja

- 1) Analisa perhitungan pembebanan
- 2) Analisa perhitungan gaya-gaya dalam batang
- 3) Perhitungan dimensi rangka batang dan sambungan
- 4) Analisa perhitungan pemakaian bahan
- 5) Gambar hasil tinjauan desain.

### **1.4 Tujuan Penulisan**

Perencanaan ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut:

- 1) Mendapatkan dimensi hasil tinjauan desain.
- 2) Mendapatkan berat volume hasil tinjauan desain
- 3)

### **1.5 Manfaat Penulisan**

Hasil penulisan ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberi kontribusi, sebagai berikut:

- 1) sebagai bahan masukan dan pertimbangan bagi konsultan perencana.
- 2) Sebagai pembelajaran bagi penulis sendiri agar mampu menerapkan ilmu yang didapatkan pada bangku kuliah kedalam bentuk yang nyata.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Struktur Baja**

##### **2.1.1 Pengertian Baja**

Struktur baja merupakan suatu jenis material yang dipilih dikarenakan kareakteristik keruntuhan yang bersifat daktail, dimana daktail adalah suatu sifat yang mempengaruhi mekanisme keruntuhan pada material baja ketika struktur baja telah berada pada kondisi inelastis (plastisnya). Ketika mekanisme ini terjadi, baja akan mengalami leleh sebelum runtuh. Baja struktur banyak yang dipakai untuk kolom dan balok pada bangunan bertingkat, sistem penyangga atap (rangka atap), hanggar, menara, antena, penahan tanah, pondasi tiang pancang, serta berbagai konstruksi sipil lainnya.

##### **2.1.2 Kelebihan baja sebagai material struktur**

1) Elastisitas

Baja berperilaku mendekati asumsi perancangan teknik dibandingkan dengan material lain karena baja mengikuti hukum hooke hingga mencapai tegangan yang cukup tinggi. Momen inersia untuk penampang baja dapat di tentukan dengan pasti dibandingkan dengan penampang beton bertulang.

2) Kekuatan tinggi

Kekuatan yang tinggi dari baja mempunyai konsekuensi bahwa beban mati akan kecil, sehingga material baja sangat bagus untuk konstruksi jembatan bentang panjang, bangunan tinggi dan bangunan yang di dirikan di atas tanah labil.

3) Keseragaman

Baja adalah material buatan pabrik, sehingga baja memiliki sifat yang seragam sesuai dengan standar mutunya.

4) Permanen

Portal baja yang mendapat perawatan baik akan berumur sangat panjang, bahkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu baja tidak memerlukan pegecetan sama sekali.

5) Liat (*Toughness*)

Baja struktus merupakan material yang liat artinya memiliki kekuatan dan daktilitas. Suatu elemen baja masi dapat trus memikul beban dengan deformasi yang cukup besar. Kemamouan material untuk menyerap energi dalam jumlah yang cukup besar di sebut *Touhness*.

6) Lain-lain

Kelebihan lain dari material struktus adalah: kemudahan penyambungan baik dengan baut, paku keling maupun las, cepat dalam pemasangan, dapat di bentuk menjadi proil yang di inginkan, kekuatan terhadap fatik, kemungkinan untuk penggunaan kembali sebagai elemen struktur, adaptif terhadap prefabrikasi.

### 2.1.3 Kelemahan baja sebagai material struktur

Adapun kelemahan matrial baja sebagai bahan struktur adalah sebagai berikut:

a. Biaya Perawatan

Umumnya material baja sangat rentan terhadap korosi jika dibiarkan terjadi kontak dengan udar dan air sehingga perlu dicat secara periodik.

b. Biaya Perlindungan Terhadap Kebakaran

Meskipun baja tidak mudah terbakar tetapi kekuatannya menurun drastis jika terjadi kebakaran. Selain itu baja juga merupakan konduktor panas yang baik sehingga dapat menjadi pemicu kebakaran paa komponen lain. Akibatnya, portal dengan kemungkinan kebakaran tinggi perlu diberikan perlindungan.

c. Fatik

Kekuatan baja akan menurun jika mendapat beban siklis. Dalam perancangan perlu dilakukan pengurangan kekuatan jika pada elemen struktur akan terjadi beban siklis.

d. Rentan Terhadap *Buckling*

Semakin langsung suatu elemen tekan, semakin besar pula bahaya terhadap *buckling* (tekuk). Sebagai man telah di sebutkan bahwa baja mempunyai kekuatan yang tinggi persatuan berat dan jika digunakan sebagai kolom seringkali tidak ekonomis karena banyak material yang perlu digunakan untuk memperkuat kolom terhadap *buckling*.

e. Keruntuhan Getas

Pada kondisi tertentu baja akan kehilangan daktilitasnya dan keruntuhan getas dapat terjadi pada tempat dengan konsentrasi tegangan tinggi. Jenis beban fatik dan temperatur yang sangat rendah akan memperbesar kemungkinan keruntuhan getas (ini yang terjadi pada kapal Titanic).

#### 2.1.4 Sifat Bahan Baja

Sifat baja yang terpenting dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi adalah kekuatan yang tinggi, dibandingkan dengan material yang lain. Baja merupakan bahan campuran besi (Fe), 1.7% zat arang atau karbon (C), 1.65% mangan (Mn), 0.6% silikon (Si), dan 0.6% tembaga (Cu). Baja di hasilkan dengan menghaluskan biji besi dan logam besi tua bersama-sama dengan bahan pencampuran yang sesuai, dalam tungku temperatur tinggi untuk menghasilkan massa-massa besi yang besar, selanjutnya dibersihkan untuk menghilangkan kelebihan zat arang dan kotoran-kotoran lain.

Dalam perencanaan struktur baja SNI 03-1729-2020 mengambil sifat-sifat mekanik dari baja sebagai berikut:



a. Modulus Elastisitas (E)

Modulus elastisitas untuk semua baja adalah 28000 sampai 30000 ksi atau 19300 sampai 207000 Mpa. Nilai untuk desain lazimnya di ambil sebesar 29000 ksi atau 200000 Mpa. Nilai modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  atau  $2,1 \times 10^5$  Mpa.

b. Modulus geser (G)

Nilai modulus geser baja adalah  $0,81 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2$  atau  $0,81 \times 10^5 \text{Mpa}$ .

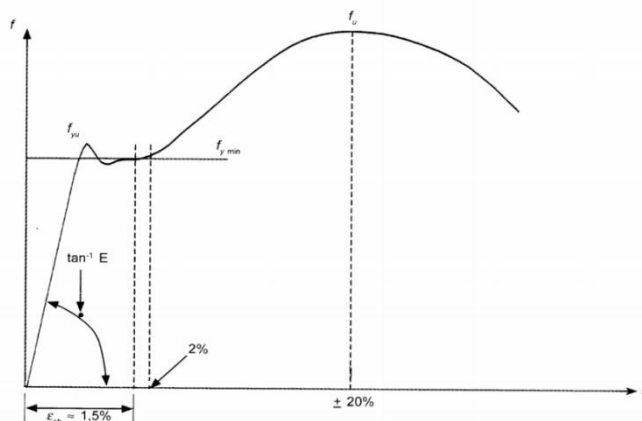
c. Koefisien Ekspansi ( $\alpha$ )

Koefisien ekspansi adalah koefisien pemuaian liner. Koefisien ekspansi baja diambil  $12 \times 10^{-6}$  per  $^{\circ}\text{C}$ .

d. Angka poisson ( $\mu$ )

Adalah angka perbandingan antara regangan horizontal (*lateral Strain*) dan regangan vertikal (*Axial Strain*) yang di sebabkan oleh beban sejajr sumbu dan regangan aksial dan di dapatkan angka  $\mu = 0,3$

Model pengujian yang paling tepat untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik matrial baja adalah melakukan uji tarik terhadap suatu benda uji baja. Uji tekan tidak dapat memberikan data yang akurat terhadap sifat-sifat mekanik material baja, karena di sebabkan beberapa hal antara lain adanya potensi tekuk pada benda uji yang mengakibatkan ketidak stabilan benda uji tersebut, selain itu perhitungan tegangan yang terjadi didalam benda uji lebih mudah dilakukan untuk uji tarik dari pada uji tekan. Gambar berikut menunjukkan contoh uji tarik matrial baja.



Gambar 2.1 Contoh hasil uji tarik

Sumber: *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*

Titik-titik penting dalam kurva regangan tegangan antara lain adalah:

$f$  : batas proporsional

$f^p$  : batas elastis

$f_{yu}, f_y$  : tegangan leleh

$f_u$  : tegangan putus

$\epsilon_{3h}$  : regangan saat mulai terjadi efek strain-hardening (penguatan regangan)

$\epsilon_u$  : regangan saat tercapainya tegangan putus

Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada tabel dibawah ini. Tegangan leleh ( $f_y$ ) tidak boleh melebihi nilai yang diberikan. Tegangan putus untuk perencanaan ( $f_u$ ) tidak boleh melebihi nilai yang diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Sifat mekanik baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ (Mpa)	Tegangan leleh Minimum, $f_y$ (Mpa)	Perengangan Minimum %
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

## 2.2 Beban dan Kombinasi Beban

Pembebanan merupakan dasar dalam merencanakan suatu konstruksi, termasuk konstruksi rangka Baja. Yang hasil akhirnya didapatkan dari suatu dimensi yang aman dan ekonomis serta memenuhi syarat-syarat teknis.

Perencanaan suatu struktur untuk keadaan-keadaan stabil batas, kekuatan batas, dan kemampuan-layan batas harus memperhitungkan pengaruh-pengaruh dari aksi sebagai akibat dari beban-beban berikut ini:

- 1) Beban hidup dan mati seperti disyaratkan pada SNI 1727-2020.
- 2) Perhitungan beban mengacu pada SNI 1727-2020
- 3) Perhitungan struktur baja mengacu pada SNI 17279-2020
- 4) Beban-beban khusus lainnya, sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan beban-beban tersebut di atas maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini:

$$1,4D \quad (2.1a)$$

$$1,2D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) \quad (2.1b)$$

$$1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + ( L \text{ atau } 0,5W) \quad (2.1c)$$

$$1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) \quad (2.1d)$$

$$0,9D + 1,0W \quad (2.1e)$$

Keterangan:

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain

$L_r$  adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

R adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air

W adalah beban angin

Adapun beban beban yang bekerja:

- 1) Baban Mati (D), adalah berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung. Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.
- 2) Baban Hidup Atap ( $L_r$ ), adalah adalah beban pada atap yang diakibatkan pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan, dan material serta beban yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti tanaman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghunian selama masa layan struktur. Nilai dari beban hidup yang bekerja pada atap berdasarkan SNI 1727 : 2020 dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi merata

Hunian atau penggunaan	Merata, $l_o$ Psf (KN/m <sup>2</sup> )	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banya diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat t Ib (KN)	Juga Lihat Pasal
<b>Rumah tinggal</b>					
Hunian satu dan keluarga					
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	10 (0,48)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.1

---

Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	4.12.2
--	--	------------	------------	--------

20 (0,96)

Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)
--	--	------------	------------

Semua ruangan kecuali tangga	30 (1,44)		
------------------------------	-----------	--	--

		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)
--	--	------------	------------

Semua hunian rumah tinggal lainnya			
------------------------------------	--	--	--

Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)
------------------------------	-----------	------------	------------

Ruang publik			
--------------	--	--	--

Koridor ruang publik			
----------------------	--	--	--

	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)
--	-----------	------------	------------

	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)
--	------------	---------------	---------------

	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)
--	------------	------------	------------

### Atap

Atap datar, berhubungan, dan lengkung	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-	4.8.1
---------------------------------------	-----------	------------	---	-------

Atap yang digunakan penghuni	Samadegan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-
------------------------------	------------------------------------	------------	---

Atap untuk tempat kumpul	100 (4,70)	Ya (4.8.3)	-
--------------------------	------------	------------	---

Atap vegetative dan			
---------------------	--	--	--

---

lansekap

Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)		
Atap untuk tempat berkumpul		Ya (4.8.2)	-
Atap untuk penggunaan lainnya	100 (4,79)		
		Ya (4.8.3)	-
	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-

---

Sumber: SNI 1727:2020 *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

- 3) Beban hujan (R), adalah beban air hujan yang diterima secara langsung oleh bangunan. Setiap bagian dari suatu atap harus dirancang mampu menahan beban dari semua air hujan yang terkumpul apabila system drainase primer untuk bagian tersebut tertutup ditambah beban merata yang disebabkan kenaikan air diatas lubang masuk system drainase sekunder pada aliran rencana.

Beban air hujan pada atap (R)

Nilai dari beban hujan rencana diatur dalam SNI (1727 : 2020) dan dapat dihitung menggunakan.

$$R = 5,2 (ds + dh)$$

$$R = 0,0098 (ds + dh) \quad (2.2)$$

dimana;

R = beban hujan (kN/m<sup>2</sup> )

ds = kedalaman air pada atap(mm)

dh = tambahan kedalaman air pada atap (mm)

- 4) Baban Angin (W), Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Adapun langkah-

langkah untuk menentukan beban angin untuk K&K pada Kanopi dengan SNI 1727:2020 adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan kategori risiko bangunan gedung atau struktur lain, yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kategori risiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban banjir, angin, salju, gempa\*, dan es

<b>Penggunaan atau pemanfaatan fungsi Bangunan gedung dan struktur</b>	<b>Kategori risiko</b>
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam kategori risiko I, III, dan IV	II
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia	III
Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam kategori risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan/atau gangguan massa dari hari ke hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan.	
Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam kategori risiko IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis	
Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting.	
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat.	
Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas	

pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat beracun di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ancaman bagi masyarakat jika dirilis

IV

Sumber: SNI 1727:2020 *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

- b. Tentukan kecepatan angin dasar, (V) untuk kategori risiko yang sesuai
- c. Tentukan parameter beban angin

➤ Faktor arah angin  $K_d$

Tabel 2.4 Faktor arah angin  $K_d$

Tipe struktur	Faktor arah angin $K_d$
<b>Bangunan gedung</b>	
Sistem penahanan Gaya Angin Utama (SPGAU)	0,85
Komponen dan Klading (K&K)	0,85
<b>Atap lengkung</b>	0,85
<b>Kubah berbentuk bundar</b>	1,0 <sup>a</sup>
<b>Cerobong, tngki, dan struktur serupa</b>	0,90
Persegi	0,95
Segi enam	1,0 <sup>a</sup>
Segi delapan	1,0 <sup>a</sup>
Bundar	
<b>Dinding solid yang berdiri bebas, perataan bagian atap, dan panel petunjuk solid yang berdiri bebas serta panel petunjuk terikat</b>	0,85
<b>Panel petunjuk dan rangka terbuka bidang tunggal</b>	
<b>Rangka batang menara</b>	0,85
Segi tiga, persegi, atau persegi panjang	
Semua penampang lainnya	0,85
	0,85



<sup>a</sup>Faktor arah angin  $K_d = 0,95$  diizinkan untuk struktur bundar atau struktur segi delapan dengan sistem struktur non-asimetris.

Sumber: *SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

➤ Kategori eksposur

- a) Eksposur B: untuk bangunan gedung dengan tinggi atap rata-rata kurang dari atau sama dengan 30ft (9,1 m), eksposur B berlaku bila mana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana di tentukan oleh kekasaran permukaan B, berlaku di arah lawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 1500ft (457 m). Untuk bangunan dengan tinggi atap rata-rata lebih dari 30ft (9,1 m), eksposur B berlaku bila mana kekasaran permukaan B berada dalam arah lawan angin untuk jarak lebih besar dari 2600ft (792 m) atau 20 kali tinggi bangunan, pilih yang terbesar.
- b) Eksposur C: berlaku untuk semua kasus dimana eksposur B atau D tidak baelaku.
- c) Eksposur D: berlaku bila mana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana ditentukan oleh kekasaran permukaan D, berlaku di arah lawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 5000ft (1524 m) atau 20 kali tinggi bangunan, pilih yang terbesar. Eksposur D juga berlaku bila mana kekasaran permukaan tanah segera 16 lawan angin dari situs B atau C, dan situs yang berada dalam jarak 600ft (183 m) atau 20 kali tinggi bangunan, mana yang terbesar, dari kondisi eksposur D sebagaimana di tentukan dalam kalimat sebelumnya. Untuk situs yang terletak di zona transisi antara kategori eksposur, harus menggunakan hasil kategori di gaya angin terbesar.

➤ Faktor topografi  $K_{zt}$

Peningkatan kecepatan angin pada bukit, bukit memanjang dan tebing curam yang terisolasi akan menimbulkan perubahan mendadak dalam topografi umum, terletak dalam setiap kategori eksposur, harus dimasukkan dalam perhitungan beban angin bila kondisi bangunan gedung dan kondisi lokasi struktur memenuhi kondisi tersebut. Jika kondisi situs dan lokasi gedung dan struktur bangunan lain tidak memenuhi semua kondisi yang disyaratkan maka diambil nilai  $K_{zt} = 1,0$ .

➤ Faktor elevasi permukaan tanah,  $K_e$

Tabel 2.5 Faktor elevasi permukaan tanah,  $K_e$

Elevasi tanah di atas permukaan laut	Laut (Sea Level)	Faktor elevasi permukaan tanah
$F_t$	m	$K_e$
< 0	< 0	Lihat catatan 2
0	0	1,00
1.000	305	0,96
2.000	610	0,93
3.000	914	0,90
4.000	1.219	0,86
5.000	1.524	0,83
6.000	1.829	0,80
> 6.000	> 1.829	Lihat catatan 2

#### CATATAN

1. Perkiraan konservatif, boleh diambil  $K_e = 1,00$  dalam semua kasus.
2. Faktro  $K_e$  harus di tentukan dari tabel di atas dengan menggunakan interpolasi atau dari rumus berikut untuk semua elevasi:

$$K_e = e^{-0,0000362z_g} \quad (z_g = \text{elevasi tanah di atas permukaan laut dalam ft}).$$

$$K_e = e^{-0,0000119z_g} \quad (z_g = \text{elevasi tanah di atas permukaan laut dalam m}).$$

3. Dalam semua kasus  $K_e$  boleh di ambil sebesar 1,00.

Sumber: SNI 1727:2020 *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

d. Koefisien eksposur tekanan kecepatan,  $K_h$

Tabel 2.6 Koefisien eksposur tekanan kecepatan,  $K_h$

Ketinggian di atas permukaan tanah		Eksposur		
ft	m	B	C	D
0 – 15	0 – 4,6	0,57 (0,70) <sup>a</sup>	0,85	1,03
20	6,1	0,62 (0,70) <sup>a</sup>	0,90	1,08
25	7,6	0,66(0,70) <sup>a</sup>	0,94	1,12
30	9,1	0,70	0,98	1,16
40	12,2	0,76	1,04	1,12
50	15,2	0,81	1,09	1,27
60	18,0	0,85	1,13	1,31
70	21,3	0,89	1,17	1,34
80	24,4	0,93	1,21	1,38
90	27,4	0,96	1,24	1,40
100	30,5	0,99	1,26	1,43
120	36,6	1,04	1,31	1,48
140	42,7	1,09	1,36	1,52
160	48,8	1,13	1,39	1,55
180	54,9	1,17	1,43	1,58
200	61,0	1,20	1,46	1,61
250	76,2	1,28	1,53	1,68
300	91,4	1,35	1,59	1,73
350	106,7	1,41	1,64	1,78
400	121,9	1,47	1,69	1,82
450	137,2	1,52	1,73	1,86
500	152,4	1,56	1,77	1,89

<sup>a</sup>Gunakan 0,70 pada pasal 28, Eksposur B , apabila  $z < 30$  ft (9,1m)

#### Catatan

1. Koefisien eksposur tekanan kecepatan  $K_z$  dapat di tentukan dari rumus berikut:

Untuk  $15 \text{ ft } (4,6\text{m}) \leq z \leq z_0$   $K_z = 2,01(z/z_g)^{2/\alpha}$

Untuk  $z < 15 \text{ ft } (4,6\text{m})$   $K_z = 2,01(15/z_g)^{2/\alpha}$

2.  $\alpha$  dan  $z_g$  ditabulasi dalam Tabel 26.11-1.
3. Interpolasi linear untuk nilai menengah dari tinggi  $z$  boleh dilakukan.
4. Kategori eksposur didefinisikan pada pasal 26.7

Sumber: *SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

e. Tentukan tekanan velositas  $q_h$

Nilai  $q_h$  adalah nilai tekanan velositas apabila dihitung dengan menggunakan persamaan pada ketinggian  $z$  yang harus dihitung dengan rumus sebagai berikut:

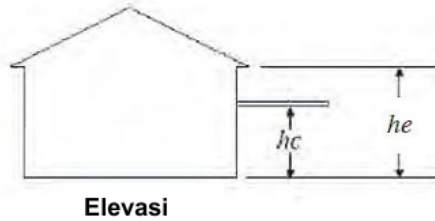
$$q_h = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$V$  = Kecepatan angin(m/s)

f. Tentukan permukaan atau koefisien tekanan neto, ( $G_Cp$ ) atau ( $G_Cpn$ )

## Diagram



## Notasi

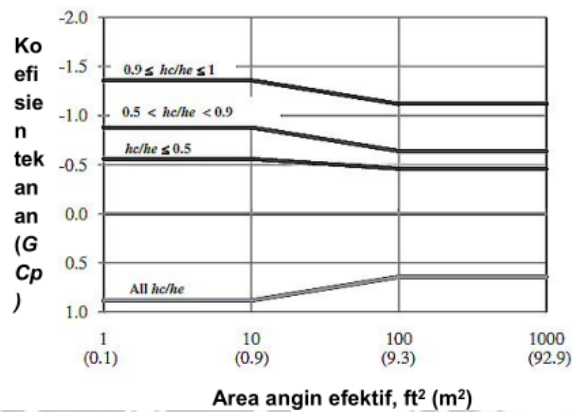
$h_c$  = Tinggi kanopi rata-rata, dalam ft (m).

$h_e$  = Tinggi eave rata-rata, dalam ft (m).

$(GC_{pn})$  = Koefisien tekanan neto.

$q_h$  = tekanan velositas di evaluasi pada ketinggian  $z=h$ , dalam  $lb/ft^2$  ( $N/m^2$ )

## Koefisien Tekanan Neto



Gambar 2.2 Koefisien tekanan pada permukaan terpisah dari kanopi terhubung

Sumber: SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

### g. Hitung tekanan angin, $p$

Tekanan angin desain untuk kanopi terhubung pada dinding bangunan gedung bertingkat rendah dengan  $h \leq 60$  ft ( $h \leq 18,3$  m) harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$p = q_h (GC_p) \text{ (lb/ft}^2\text{)} \text{ (30.11-1)}$$

$$p = q_h (GC_p) \text{ (lb/ft}^2\text{)} \text{ (N/m}^2\text{)} \text{ (30.11-1.si)} \quad (2.3)$$

dengan

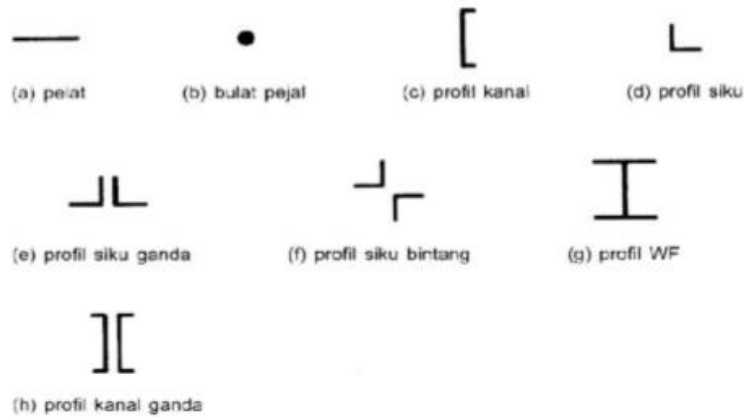
$q_h$  = tekanan velositas dari Pasal 26.10 dihitung pada ketinggian atap

rata-rata  $h$  menggunakan eksposur yang didefinisikan dalam Pasal

26.7.3; dan

(GCp) = koefisien tekanan neto untuk kanopi terhubung

### 2.3 Perencanaan Dimensi Rangka Batang



Gamblar 2.3 Penampang baja

Sumber: *Perencanaan Struktur Baja Dengan metode LRFD*

Menurut SNI 1729-2020 pasal B 3.1. bahwa desain yang sesuai dengan ketentuan untuk Desain Faktor Beban Dan Ketahanan (DFBK). Memenuhi persyaratan standar ini bila kekuatan desain pada setiap komponen struktur sama atau melebihi kekuatan perlu yang di tentukan berdasarkan kombinasi beban DFBT. Semua ketentuan pada standar ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\underline{R_u} \leq \phi \cdot R_n \quad (2.4)$$

Dimana,  $R_u$  = kekuatan perlu menggunakan kombinaib beban

$R_n$  = Kuatan nominal

$\phi$  = Faktor ketahanan

$\phi \cdot R_n$  = Faktor desain

Tabel 2.7 Faktor tahanan  $\phi$  (AISC 210)

Komponen struktur	Faktor tahanan $\phi$
Lentur	0,9
Tekanan aksial	0,9
Tarik aksial	
- Tarik leleh	0,9
- Tarik Fraktur	0,75
Geser	0,9
Sambungan baut	
- Baut geser	0,75
- Baut Tarik	0,75
- Kombinasi geser dan Tarik	0,75
- Baut tumpu	0,75
Sambungan Las	
- Las tumpu penetrasi penuh	0,9
- Las sudut/tumpu penetrasi sebagian	0,75
- Las pengisi	0,75

### 2.3.1 Pemilihan Profil Batang Tarik

Batang tarik banyak dijumpai dalam banyak struktur baja, seperti strukturstruktur jembatan, rangka atap, menara transmisi, ikatan angin, dan lain sebagainya. Batang tarik ini sangat efektif dalam memikul beban. Batang ini dapat terdiri dari profil tunggal ataupun profil-profil tersusun. Contoh-contoh penampang batang tarik adalah profil bulat, pelat siku, siku ganda, siku bintang, kanal, wf, dan lain-lain.

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

- 1) Leleh dari luas penampang kotor, di daerah yang jauh dari sambungan.

- 2) Fraktur dari luas penampang efektif pada daerah sambungan.
- 3) Geser blok pada sambungan.

Menurut SNI 1729-2020 pasal D2 bahwa kekuatan tarik desain  $\phi_t P_n$ , kekuatan tarik izin  $P_n$  komponen struktur tarik harus merupakan nilai terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan batas leleh tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang neto

1. Untuk leleh tarik pada penampang bruto,

$$P_n = F_y \cdot A_g \quad (2.5)$$

Dengan :  $A_g$  = Luas penampang kotor, mm<sup>2</sup>

$F_y$  = Kuat leleh material (Mpa)

$\phi_t = 0,90$

2. Untuk keruntuhan tarik (putus) pada penampang neto.

$$P_n = F_u \cdot A_e \quad (2.6)$$

Dengan :  $A_e$  = Luas penampang neto efektif =  $U \cdot A_n$

$A_n$  = Luas neto penampang, mm<sup>2</sup>

$F_u$  = Tegangan tarik putus, Mpa

$U$  = Koefisien reduksiz

$\phi_t = 0,75$  untuk kondisi fraktur

- a) Analisa luasan efektif ( $A_e$ )

Luas neto efektif komponen struktur yang mengalami gaya tarik ditentukan sebagai berikut :

$$A_e = A_n U \quad (2.7)$$

Keterangan :



$A_n$  adalah luas penampang tarik

$U$  adalah shear lag pada elemen tarik

$$U = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9 \quad (2.8)$$

b) Analisa Luasan Netto ( $A_n$ )

Pada dasarnya luasan netto hampir sama dengan luasan efektif yang dimana merupakan luasan penampang elemen tarik yang telah direduksi oleh adanya lubang baut. Luasan netto juga biasa disebut dengan luasan bersih penampang. Dalam perhitungan, luasan netto penampang tarik dibagi menjadi dua, tergantung dengan jenis sambungannya (baut atau las). Berikut perhitungan yang akan dijelaskan khusus untuk sambungan jenis baut. Dalam menghitung luasan netto pada sambungan baut, terdapat 2 rumus yaitu:

- Rumus 1: (digunakan bila lintasan sobeknya berbentuk lurus tanpa ada lintasan diagonal).

$$A_n = A_g - (n \times \phi_{lubang} \times t_{pelat}) \quad (2.9)$$

- Rumus 2: (digunakan bila ada lintasan diagonal)

$$A_n = A_g - (n \times \phi_{lubang} \times t_{pelat}) + \sum \left( \frac{s^2}{4d} \times t \right) \quad (2.10)$$

Keterangan:

$A_g$  = Luasan utuh penampang (gross) tanpa adanya reduksi lubang baut (mm<sup>2</sup>)

$n$  = Jumlah baut yang terdapat dalam lintasan yang ditinjau

$t_{pelat}$  = Tebal pelat penampang yang disambung (mm)

$\phi_{lubang}$  = Diameter lubang (mm)

- Bila Dia. Baut < 24 mm maka  $\phi_{lubang} = \phi_{baut} + 2$  mm
- Bila Dia. Baut > 24 mm maka  $\phi_{lubang} = \phi_{baut} + 3$  mm

$s$  = Jarak horizontal antarlubang yang searah dengan gaya tarik (mm)

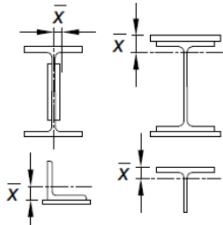
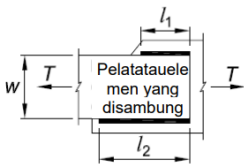

$d$  = Jarak vertical antar lubang yang tegak lurus dengan arah gaya tarik (mm)

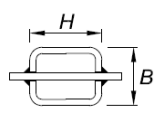
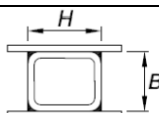
c) Analisa Shear lag ( $U$ )

Menentukan faktor Shear Lag untuk sambungan pada komponen struktur tarik

diatur berdasarkan SNI 1727:2020 Tabel D3-1.

Tabel 2.8 Faktor Lag geser Untuk Sambungan ke Komponen Struktur Tarik

Kasus	Deskripsi Elemen	Faktor Lag geser, $U$	Contoh
1	Semua komponen struktur tarik dengan beban tarik di salurkan secara langsung ke setiap elemen profil melintang melalui pengencangan atau las (kecuali seperti dalam kasus 4,5 dan 6)	$U = 1,0$	
2	Semua komponen struktur Tarik, kecuali PSR, dengan beban tarik di salurkan ke beberapa tetapi semua elemen profil melintang melalui pengencang atau las longitudinal dalam kombinasi dengan las transversal. Secara alternatif, kasus 7 dapat diizinkan untuk profil W, M, S dan HP. (Untuk baja siku, kasus 8 diizinkan untuk dipergunakan)	$U = 1 \cdot \frac{\bar{x}}{1}$	
3	Semua komponen struktur tarik dengan beban tarik hanya di salurkan melalui las transversal ke beberapa tetapi tidak semua elemen profil melintang	$U = 1,0$ dan $A_n = \text{Luas elemen yang disambung langsung}$	
4	Pelat, siku, kanal dengan pengelasan pada heels, T dan profil W yang elemenelemennya disambung, dengan beban tarik disalurkan hanya melalui las longitudinal. Lihat Kasus 2 untuk definisi dari $\bar{x}$	$U = 1 \cdot \frac{3l^2}{3l^2 + w^2} \left(1 - \frac{\bar{x}}{1}\right)$	
5	PSR Bundar dengan sebuah pelat	$l \geq 1,3D. U = 1,0$	

	buhul konsentris tunggal melalui slot pada PSR		$D \leq l < 1,3D$ $U = 1 - \frac{\bar{x}}{1}$ $\bar{x} = \frac{D}{\pi}$	
6	PSR Persegi panjang	dengan sebuah pelat buhul konsentris tunggal	$l \geq H$ , $U = 1 - \frac{\bar{x}}{1}$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		dengan dua sisi pelat buhul	$l \geq H$ , $U = 1 - \frac{\bar{x}}{1}$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
7	Profil W, M, S atau HP atau T yang dipotong dari profil-profil ini (Jika U dihitung dalam Kasus 2, nilai yang lebih besar diizinkan untuk digunakan).	dengan sayap disambungkan dengan tiga atau lebih pengencang per baris dalam arah pembebanan	$b_t \geq \frac{2}{3}d$ , $U = 0,90$ $b_t < \frac{2}{3}d$ , $U = 0,85$	
		dengan badan disambungkan dengan empat atau lebih pengencang perbaris dalam arah pembebanan	$U = 0.70$	

Sumber: SNI 1727:2020 *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.*

### 3. Analisa *Block Shear*

Block shear adalah ketahanan sobek dari pelat baja elemen tarik saat terjadi gaya gaya tarik pada batang dan terjadi pada daerah sambungan.

#### a) Parameter dalam perhitungan *block shear*

- Bidang tarik

Yaitu bidang yang tegak lurus dengan arah gaya aksial tarik.

$$P_{nt} = F_u \times A_{nt} \quad (2.11)$$

- Bidang Geser

yaitu bidang yang searah dengan gaya aksial tarik.

$$P_{nv} = 0,6 \times F_u \times A_{nv} \quad (2.12)$$

b) Parameter dalam analisa *block shear*

- Untuk kondisi I

Yaitu bila kuat putus tarik lebih besar dibandingkan kuat putus geser pada daerah sambungan yang ditinjau.

Putus Tarik > Putus Geser, maka

$$P_n = F_u \times A_{nt} + 0,6 \times F_y \times A_{gv} \quad (2.13)$$

- Untuk kondisi II

Yaitu bila kuat putus tarik lebih kecil dibandingkan kuat putus geser pada daerah sambungan yang ditinjau

Putus Tarik < Putus Geser, maka

$$P_n = 0,6 \times F_u \times A_{nv} + F_y \times A_{gt} \quad (2.14)$$

Diman:

$A_{nv}$  = Luasan gross (utuh) pada bidang geser ( $\text{mm}^2$ )

$A_{gt}$  = Luasan gross (utuh) pada bidang tarik ( $\text{mm}^2$ )

$A_{nv}$  = Luasan netto pada bidang geser ( $\text{mm}^2$ )

$A_{nt}$  = Luasan netto pada bidang tarik ( $\text{mm}^2$ )

c) Batas kelangsingan

Kelangsingan dibatasi agar elemen tarik tidak mengalami getaran yang ekstrim saat mengalami beban dinamis (angina,dll). Berdasarkan SNI 1729:2020 pasal D, batas kelangsingan batang tarik adalah:

$$\lambda = \frac{L_o}{i} \leq 300 \quad (2.15)$$

diman:

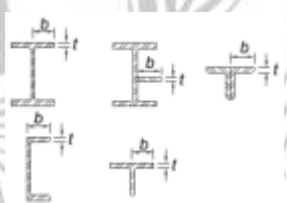
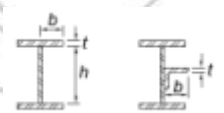


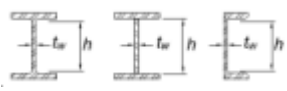

$L_o$  = panjang elemen tarik (mm)

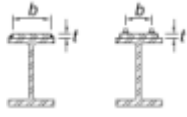


$I$  = Jari-jari girasi atau jari-jari kelembaman profil (mm)

### 2.3.2 Pemilihan Profil Batang Tekan

Struktur tekan adalah elemen struktur yang menerima gaya aksial tekan yang searah dengan sumbu strukturnya dan cenderung membuat struktur tersebut memendek. Struktur tekan murni memiliki momen yang relative kecil sehingga diabaikan dan lebih didominasi oleh gaya tekan.

Tabel 2.9 Rasio Lebar terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Aksial Tekan

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Lebar terhadap Tebal $\rho$	atas Rasio Lebar terhadap Tebal $\lambda r$ (nonlangsi g /langsing)	Contoh	
Elemen tidak diperkaku	1	Sayap Profil I gilap panas, pelat yang diproyeksikan dari profil I gilap panas, kaki berdiri bebas dari sepasang siku disambung dengan kontak menerus, sayap kanal, dan sayap T	$b/t$	$0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2	Sayap profil I tersusun dan pelat atau kaki siku yang diproyeksikan dari profil I tersusun	$b/t$	$0,64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$	
	3	Kaki siku tunggal, kaki siku ganda dengan pemisah, dan semua elemen tidak diperkaku lainnya	$b/t$	$0,45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4	Badan T	$d/t$	$0,75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elemen diperkaku	5	Badan profil I simetris ganda dan penampang profil I tersusun dan kanal	$h/t_w$	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6	Dinding PSR persegi panjang	$b/t$	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

7	Pelat penutup sayap dan pelat diafragma antara baris-baris pengencang 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	PSR bulat	D/t	$0,11 \frac{E}{F_y}$	
kc = 4vh/tw , tetapi tidak boleh diambil kurang dari 0,35 atau lebih besar dari 0,76 dalam perhitungan				

Perilaku tekuk pada elemen tekan fenomena ini bila ditinjau dari segi perilakunya, dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- 1 Tekuk global merupakan fenomena tekuk yang terjadi pada elemen tekan yang terjadi pada 17 elemen/batang tekan secara umum. Hal ini biasanya diakibatkan karena angka kelangsingan elemen tekan terlalu besar sehingga terjadi tekuk pada bagian tertentu disepanjang batang.
- 2 Tekuk lokal merupakan fenomena tekuk yang terjadi pada bagian-bagian tertentu dari penampang elemen tekan. Misalnya pada penampang WF, terjadi tekuk lokal pada daerah flange (sayap) atau terjadi tekuk lokal pada daerah web (badan). Tekuk lokal ini terjadi pada penampang yang tipis dengan rasio antara lebar dan tebal dari elemen penampang yang terlalu besar, dikarenakan adanya perbedaan antara lebar penampang dan tebal dari elemen penampang (flange atau web). Batas rasio tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tekuk akibat pengaruh penampang, fenomena ini bila ditinjau dari segi perilakunya, yaitu:

Kekuatan tekan nominal, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \quad (2.16)$$

Keterangan :

$\Phi$  adalah faktor reduksi kekuatan ( $\Phi = 0,85$ )

$P_n$  adalah kuat tekan nominal komponen struktur,  $A_g \cdot f_{cr}$

Tegangan kritis,  $F_{cr}$  harus di tentukan sebagai berikut:

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

$$F_{cr} = \left[ 0,658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (2.17)$$

b) Bila  $KL/r > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  atau  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2,25$

$$F_{cr} = 0,877 F_e \quad (2.18)$$

Pada tegangan tekuk euler( $F_e$ ) elastis untuk batang tunggal dalam kondisi normal (tidak mengalami tekuk lokal maupun torsi) di hitung sebagai berikut:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{KL}{r_{min}} \right)^2} \quad (2.19)$$

Sementara untuk batang siku tunggal dan komponen struktur tanpa elemen langsing yang berpotensi mengalami tekuk torsi dan tekuk lentur torsi tegangan tekuk euler( $F_e$ ) dihitung sebagai berikut:

- Untuk komponen struktur simetris ganda yang mengalami torsi terhadap pusat geser

$$F_e = \left( \frac{\pi^2 EC_w}{I_{cz}^2} + G.J \right) \frac{1}{I_x + I_y} \quad (2.19a)$$

- Untuk komponen struktur simetris tunggal yang mengalami torsi terhadap pusat geser dengan y adalah sumbu simetr

$$F_e = \left( \frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[ \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (2.19b)$$

Kelangsingan pada arah tegak lurus sumbu minimum di hitung dengan persamaan:

$$\lambda_{min} = \frac{KL}{r_{min}} \quad (2.20)$$

Untuk siku yang merupakan komponen struktur individu atau komponen struktur badan dari rangka batang bidang dengan komponen struktur badan yang berdekatan disambungkan pada sisi yang sama dari pelat buhul atau kord.

- 1) Untuk siku sama kaki atau siku tidak sama kaki yang disambungkan melalui kaki yang lebih panjang

Apabila  $\frac{L}{r_a} \leq 80$

$$\frac{L_c}{r} = 72 + 0,75 \frac{L}{r_a} \quad (2.21)$$

Apabila  $\frac{L}{r_a} > 80$

$$\frac{L_c}{r} = 32 + 1,25 \frac{L}{r_a} \quad (2.22)$$

- 2) Untuk siku tidak sama kaki yang disambungkan melalui kaki terpendek,  $L_c / r$  dari Persamaan E5-1 dan Persamaan E5-2 harus ditingkatkan dengan menambahkan  $4 [(b_f / b_s)^2 - 1]$ , tetapi  $L_c / r$  komponen struktur tidak boleh diambil kurang dari  $0,95 L / r_z$

Untuk siku yang merupakan komponen struktur badan boks atau rangka batang ruang dengan komponen struktur badan yang berdekatan dipasang pada sisi yang sama pada pelat buhul atau kord.

- 1) Untuk siku sama kaki atau siku tidak sama kaki yang di sambungkan melalui kaki yang lebih panjang

Apabila  $\frac{L}{r_a} \leq 75$

$$\frac{L_c}{r} = 60 + 0,8 \frac{L}{r_a} \quad (2.23)$$

Apabila  $\frac{L}{r_a} > 75$

$$\frac{L_c}{r} = 45 + \frac{L}{r_a} \quad (2.24)$$

- 2) Untuk siku sama kaki dengan rasio panjang kaki kurang dari 1,7 dan disambungkan pada kaki terpendek,  $L_c / r$  dari persamaan E5-3 dan persamaan E5-4 harus di tingkatkan dengan penambahan sebesar  $6 [(b_f / b_s)^2 - 1]$ , tetapi  $L_c / r$  dari komponen struktur tidak boleh di ambil kurang dari  $0,82 L / r_z$



Dengan

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

$L_c$  = panjang efektif komponen struktur untuk tekuk terhadap sumbu  
minor, in. (mm)

$b_1$  = panjang kaki terpanjang profil siku, in. (mm)

$b_s$  = panjang kaki terpendek profil siku, in. (mm)

$r_a$  = radius girasi terhadap sumbu geometris paralel dengan kaki yang  
disambung, in. (mm)

$r_z$  = radius girasi terhadap sumbu utama minor, in. (mm)

#### 2.4 Perencanaan sambungan las

Untuk LRFD-AISC dengan beban terfaktor,  $P_u$  maka kuat nominal las

sudut:

$$P_u \leq \phi R_n \text{ dengan } R_n = F_n w + A_w e \quad (2.25)$$

Dimana:  $\phi = 0.75$ ,  $A_w e = t L$ ,  $F_n w = 0.6 F_{EXX}$ , dan  $F_{EXX}$  adalah kuat tarik kawat las, untuk mutu E60<sub>XX</sub>,  $F_{EXX} = 430 \text{ MPa}$ , untuk E70<sub>XX</sub>,  $F_{EXX} = 490 \text{ MPa}$  dan untuk E80<sub>XX</sub>,  $F_{EXX} = 550 \text{ MPa}$  (AWS D1.1-2008).

##### 1) Tebal Efektif Las Sudut

Las sudut sama kaki:

$$t_e = 0,707 \times a \quad (2.26)$$

Tebal efektif ( $t_e$ ) ini akan digunakan sebagai parameter untuk menghitung luasan las, yaitu dengan cara:

$$A_w e = t_e \times L \quad (2.27)$$

Dimana:  $t_e$  = Tebal efektif las (mm)

$a$  = Panjang kaki las (mm)  $A$

$A_{we}$  = Luasan efektif las (mm<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang las (mm)

Dalam ketentuan ini terdapat parameter yang akan digunakan, yaitu panjang las ( $L$ ) dan ukuran kaki las ( $w$ )

- Bila  $\frac{l}{w} \leq 100$  maka: panjang efektif las samadengan panjang actual las
- Bila  $\frac{l}{w} \geq 100$  maka: panjang efektif las harus direduksi dengan factor Bila  $\beta$

$$\beta = 1,2 - 0,002\left(\frac{l}{w}\right) \leq 1,0 \quad (2.28)$$

- Bila  $\frac{l}{w} \geq 300$  maka: panjang efektif las harus diambil sebesar  $180w$

## 2) Simbol Bahan Las

Dalam proses analisa dan desain sambungan las, penulisan terhadap bahan las yang akan digunakan sangat penting. Adapun ketentuan umum yang digunakan adalah sebagai berikut:

$F_{Fxx}$  :  $F_{E60xx}$ ,  $F_{E70xx}$ ,  $F_{E80xx}$ ,  $F_{E90xx}$ ,  $F_{E100xx}$ ,  $F_{E110xx}$

$E$  : Elektrode

60,70,80,90,100,110 : menunjukkan kekuatan tarik minimum dalam satuan ksi (kip/inch<sup>2</sup>)

XX : Menunjukkan tipe coatingnya

(1 ksi = 70,3 kg/cm<sup>2</sup> = 7,03 N/mm<sup>2</sup> = 7,03 MPa).

## 3) Sambungan Geser Eksentris

$$f_{v1} = \frac{Pu}{A_{we}} \quad (2.29)$$

$$f_{v2} = \frac{Mu(b-\bar{x})}{I_p} \quad (2.30)$$

$$f_{H1} = \frac{Mu.y}{I_p} \quad (2.31)$$

$$f_{total} = \sqrt{(f_{v1} + f_{v2})^2 + f_{H1}^2} \quad (2.32)$$

Dimana:

$f_{v1}$  = Tegangan arah vertical akibat gaya geser,  $P_u$ , pada kondisi-1, MPa.

$f_{v2}$  = Tegangan arah vertical akibat momen puntir pada kondisi-2, MPa.

$f_{H1}$  = Tegangan arah horizontal, akibat momen puntir pada kondisi-2, MPa

$f_{total}$  = Tegangan total akibat gaya geser dan momen pada sambungan geser eksentris, MPa.

$A_{we}$  = Luas efektif sambungan las, mm<sup>2</sup>

$P_u$  = Gaya luar yang bekerja pada sambungan, N.

$\bar{x}$  = Titik berat sambungan las pada arah sumbu-x (horizontal), mm

$y$  = Titik berat sambungan las pada arah sumbu-y (vertical), mm

$I_p$  = Inersia polar dari sambungan las, mm<sup>2</sup>

$b$  = Lebar sambungan las, mm

#### 4) Kuat Rencana Sambungan Las Sudut

Bahwa nilai kekuatan nominal sambungan las harus diambil nilai terendah dari kuat nominal logam dasar (profil yang disambung) atau kuat nominal logam las. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

- Kuat Nominal Logam las (material las)

$$R_n = F_{nw} \times A_{we} \quad (2.33)$$

Dimana:

$F_{nw}$  = Tegangan nominal dari logam las/ material las (MPa)

$A_{we}$  = Luasan efektif las (mm<sup>2</sup>)

Secara umum, persyaratan kekuatan dari las dapat ditulis berupa:

$$\varphi \times Rn \geq Ru ; \text{ dengan nilai } \varphi = 0,75$$

- Kuat Nominal Logam las (material las)

Sambungan las ini merupakan las sudut dengan panjang kaki las sama besar (sama kaki).

$$F_{nw} = 0,60 \times F_{exx} \times (1,0 + 0,50 \sin^{1,5} \theta) \quad (2.34)$$

Dimana :

$\theta$  : Sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las

(derajat)

Sedangkan bila tidak membentuk sudut maka nilai  $\theta=0$ , dan persamaan menjadi:

$$F_{nw} = 0,60 \times F_{EXX} \quad (2.35)$$

$$F_{nw} = 0,60 \times F_{EXX} \times A_{we} \quad (2.36)$$

## 2.5 Perencanaan Sambungan Baut

### 2.5.1 Persyaratan Spasi Baut

Penempatan baut mutu tinggi perlu dibuat teratur, berulang dan sebisa mungkin simetri.

### 2.5.2 Persyaratan lubang baut

Ukuran dan bentuk lubang dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu standar; kebesaran (oversized); lubang oval dengan ruang bebas pendek (slot-pendek); lubang oval dengan ruang bebas panjang (slot-panjang). Adanya lubang yang lebih besar dari bautnya itulah yang menyebabkan terjadinya slip, sehingga akan timbul dua mekanisme kerja yang berbeda, yaitu slip kritis, dan tumpu, pada baut yang sama.

### 2.5.3 Tipe Sambungan Baut dan Kekuatan Baut

#### 1) Sambungan baut tipe geser

- Tahanan Slip-Kritis Nominal

Sambungan kritis selip harus didesain untuk mencegah slip dan untuk keadaan batas sambungan tipe tumpu. Apabila baut kritis selip melewati pengisi, semua permukaan yang memikul slip harus dipersiapkan untuk mencapai ketahanan slip desain.

Ketahanan slip baut tunggal yang tersedia untuk keadaan batas slip harus ditentukan sebagai berikut:

$$R_n = \mu D_u h_f T_b n_s \quad (2.37)$$

Dimana:

$\mu$  koefisien slip rata-rata, tergantung kondisi permukaan. Pekerjaan persiapan mutu -A adalah  $\mu = 0,3$  untuk mutu kelas -B (lebih ketat) adalah  $\mu = 0,5$

$D_u = 1,13$  adalah faktor pengali yang mempresentasikan gaya prategang baut rata-rata terpasang dengan gaya tarik baut prategang minimum.

$h_f$  factor terkait adanya pelat pengisi (filler), jika tidak ada filler atau hanya 1 filler maka  $h_f = 1.0$ , jika ada 2 filler diantara pelat sambungan maka  $h_f = 0.85$

$T_b$  gaya tarik baut prategang minimum

$n_s$  jumlah permukaan yang menimbulkan bidang kontak

- Kuat tumpu baut

Kuat tumpu pelat sambungan dari AISC (2010) memperhitungkan pengaruh deformasi. Jika besarnya itu akan mempengaruhi fungsi struktur sehingga kekuatannya perlu dibatasi maka dapat dipakai rumusan berikut:

$$R_n = 1,2 l_c t F_u \leq 2,4 d t F_u \quad (2.38)$$

Selanjutnya jika terjadinya deformasi pada sambungan dianggap tidak mempengaruhi fungsi maka kuat tumpu dapat ditingkatkan yaitu nilai terkecil persamaan berikut

$$R_n = 1,5l_c t F_u \leq 3,0dt F_u \quad (2.39)$$

Dimana:

$l_c$  adalah jarak bersih (mm) searah gaya, dihitung dari tepi lubang ketpi pelat terluar (untuk baut pinggir) atau jarak bersih antar tepi lubang (untuk baut dalam)

$F_u$  kuat tarik minimum baja pelat yang di tinjau (Mpa)

Untuk kuat tumpu dengan lubang baut tipe slot-panjang yang arah slot-nya tegak lurus arah gaya, maka kekuatannya berkurang dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_n = 1,0l_c t F_u \leq 2,0dt F_u \quad (2.40)$$

- Kuat Geser Baut

Rumus kuat baut per satu (1) bidang geser adalah:

$$R_n = F_{nv} A_b \quad (2.41)$$

Dimana:

$F_{nv}$  adalah tegangan geser nominal baut sesuai J3.2 (AISC 2010)

$A_b$  adalah luasa penampang baut, bagaian berulir atau polos. Tergantung tegangan geser nominal yang dipakai.

- Kuat Geser Blok

$$R_n = 0,6F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq 0,6F_y A_{gt} + U_{bs} F_u A_{nt} \quad (2.42)$$

Diman:

$F_u$  Kuat tarik minimum pelat sambung (Mpa)

$F_y$	Kuat leleh minimum pelat sambung (Mpa)
$A_{nv}$	Luas netto (dengan lubang) potongan menagalami gaya geser, yaitu garis batas blok searah gaya ( $\text{mm}^2$ )
$A_{gv}$	Luas utuh (tanpa lubang) potongan mengalami gaya geser, yaitu garis batas blok searah gaya ( $\text{mm}^2$ )
$A_{nt}$	Luas netto (dengan lubang) potongan mengalami gaya tarik. Yaitu luas garis batas blok tegak lurus gaya ( $\text{mm}^2$ )
$U_{bs}$	untuk tegangan tarik merata ( <i>uniform</i> ) $U_{bs} = 0,5$

#### 2.5.4 Baut Angkur ke Beton

##### 1. Kuat baut angkur terhadap tarik

Kuat tarik rencana baut angkur,  $\phi N_{sa}$  ditentukan dari mutu bahan material dan dimensi fisik, yang dihitung sebagai berikut:

$$\phi N_{sa} \geq \phi A_{se,N} f_{uta} \quad (2.43)$$

Dimana:

$N_{sa}$  kuat tarik nominal baut angkur

$\phi$  factor reduksi kuat baut angkur terhadap tarik, yaitu 0.75 (naja daktail), dan 0.65 (baja getas).

$A_{se,N}$  luas penampang efektif terhadap tarik. Untuk tipe pasca pasang,  $A_{se,N}$  mengikuti spesifikasi pabrik. Untuk angkur berulir dapat dihitung sebagai

$$A_{se,N} = \frac{\pi}{4} \left( d_a - \frac{0,9743}{n_t} \right)^2 \quad (2.44)$$

$n_t$  jumlah ulir per mm (atau ulir per inh)

$f_{uta}$  kuat tarik baut angkur yang di syaratkan, tidak lebih dari nilai terkecil  $1,9 f_{ya}$  atau 860 Mpa

$f_{ya}$  kut leleh bautangkur yang disyaratkan, Mpa

## 2. Kuat jebol (*breakout*) Beton terhadap tarik

Kuat jebol beton rencana terhadap tarik dari baut angkur adalah  $\varphi N_{cb}$  (tunggal) atau  $\varphi N_{cbg}$  (kelompok). Adapun kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut angkur dihitung tidak kurang dari:

Baut angkur tunggal

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{c,Np} N_b \quad (2.45)$$

Baut angkur kelompok

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{cp,N} N_b \quad (2.46)$$

Dimana:

$\varnothing$  Faktor reduksi kuat jebol beton baut angkur cor di tempat adalah 0,75 untuk kondisi-A (ada tulangan); dan 0,70 kondisi-B (tanpa tulangan). Tak ada rincian khusus terkait tulangan tersebut.

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur tunggal atau kelompok untuk memperhitungkan kuat tarik.  $A_{Nc}$  (mm<sup>2</sup>)

Baut angkur tunggal dengan  $C_{a1} < 1,5 h_{ef}$  maka

$$A_{Nc} = (2 \times 1,5 \times h_{ef}) \times (C_{a1} + 1,5 h_{ef}) \quad (2.47)$$

Baut angkur ganda dengan  $C_{a1} < 1,5 h_{ef}$  dan  $s_1 < 3 h_{ef}$  maka

$$A_{Nc} = (2 \times 1,5 \times h_{ef}) \times (C_{a1} + s_1 + 1,5 \times h_{ef}) \quad (2.48)$$

Angkur kelompok  $C_{a1} < 1,5 h_{ef}$  dan  $s_1 < 3h_{ef}$  maka

$$A_{Nc} = (C_{a1} + s_1 + 1,5 \times h_{ef}) \times (C_{a2} + s_2 + 1,5 \times h_{ef}) \quad (2.49)$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal,  $A_{Nco}$  (mm<sup>2</sup>). Dipakai untuk membatasi  $A_{Nc}$  sehingga  $A_{Nc} \leq n A_{Nco}$  dengan  $nn$  adalah jumlah angkur.

$$A_{Nco} = (2 \times 1,5h_{ef}) \times (2 \times 1,5h_{ef}) = 9h_{ef}^2 \quad (2.50)$$



Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur dibagian pinggir,  $\psi_{ed.N}$  dan berlaku terhadap baut angkur tunggal maupun baut angkur kelompok

Jika  $C_a \cdot \min < 1,5h_{ef}$  maka:

$$\psi_{ed.N} = 0,7 + 0,3 \frac{C_a \cdot \min}{1,5h_{ef}} \quad (2.51)$$

Terjadinya keretakan beton pada beban kerja mempengaruhi kuat tarik baut angkur. Retak adalah kondisi yang tidak ideal. Kondisi itulah yang dipakai code untuk untuk memperhitungkan kuat tarik baut angkur baut agar konservatif. Jika terjadi retak, maka  $\psi_{c.N} = 1,0$  karena memang sudah diperhitungkan oleh code.

Baut angkur pasca pasang pada beton polos, tanpa tulangan kondisi tidak retak, maka perlu memperhitungkan adanya tegangan tarik belah (splitting) saat pemasangannya. Untuk memperhitungkannya dipergunakan factor modifikasi  $\psi_{cp.N}$  Untuk kasus baut angkur tipe cor ditempat,  $\psi_{cp.N} = 1,0$ . Kuat dasar jebol (breakout) beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak,  $N_b$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1,5} \quad (2.52)$$

Dimana:

$k_c=10$  baut angkur tipe cor ditempat

$\lambda_a=1,0$  faktor modifikasi untuk materi beton ringan, untuk angkur di tempat maka  $\lambda_a = \lambda$ . Beton normal  $\lambda = 1$ , untuk beton ringan  $\lambda = 0,75 \sim 0,85$

Alternative lain khususnya untuk baut angkur kepala segi enam dan stud tipe corditempat, dimana  $280 \text{ mm} \leq h_{ef} \leq 635 \text{ mm}$ , maka kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik,  $N_b$  dapat dihitung sebagai beriku

$$N_b = 3,7 \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{5/3} \quad (2.53)$$

Panjang baut angkur  $> 635 \text{ mm}$ , berdasarkan hasil uji empiris atau analisis memberikan hasil yang tidak konservatif (ACI 2011)

### 3. Kuat Cabut (*pullout*) Angkur Beton dari

Kuat cabut rencana terhadap gaya tarik,  $\phi N_{pn}$  baut angkur tunggal cor ditempat atau pasca pasang bertakik, tidak lebih besar dari:

$$\phi N_{pn} = \phi \Psi_{c,p} N_p \quad (2.54)$$

Diman:

$N_{pn}$  kuat cabut (*pullout*) nominal baut angkur

$\phi$  faktor kekuatan, yaitu 0,75 (kondisi-A) dan 0,7 (kondisi-B)

$\Psi_{c,p}$  faktor modifikasi untuk angkur pada daerah yang secara analisis belum timbul retak pada kondisi beba kerja. Jika telah retak maka  $\Psi_{c,p} = 1.0$

Kuat cabut terhadap tarik  $N_p$  dari baut angkur cor ditempat tipe kepala segi enam atau stud, apat dihitung sebagai berikut:

$$N_p = 8A_{brg} f'_c \quad (2.55)$$

Dimana:

$A_{brg}$  luas tumpu netto dari baut angkur kepada segi enam. Atau angkur stud (mm)

### 4. Kuat baut angkur terhadap geser

Kuat geser rencana baut angkur,  $\phi V_{sa}$  tergantung bahan material dan dimensinya.

Kuat geser angkur stud di cor di bagian pinggir:

$$\phi V_{sa} = \phi 0.60 A_{se,v} f_{uta} \quad (2.56)$$

Diman:

$V_{sa}$  kuat geser nominal baut angkur

$\phi$  faktor reduksi kuat baut terhadap geser, yaitu 0,65 (baja daktail), dan 0,60 (baja getas)

$A_{se,v}$  luas penampang efektif terhadap geser

$f_{uta}$  kuat tarik baut angkur yang di syaratkan, tidak lebih dari nilai terkecil  $1,9 f_{ya}$  atau 860 Mpa

##### 5. Kuat jebol (*brekout*) beton terhadap geser

Kuat jebol beton rencana terhadap geser dari baut angkur adalah  $\phi V_{cb}$  (tunggal) atau  $\phi V_{cbg}$  (kelompok). Adapun kuat jebol beton nominal baut angkur dihitung dari persamaan berikut:

Baut angkur tunggal

$$V_{cb} = \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \Psi_{ed,v} \Psi_{c,v} \Psi_{h,v} V_b \quad (2.57)$$

Baut angkur kelompok

$$V_{cbg} = \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \quad (2.58)$$

Dimana:

$\phi$  faktor reduksi kuat rompal pada beton terhadap geser dari baut angkur, sebesar 0,75 untuk kondisi-A (dipasangn tulangan tambahanO), dan 0,70 untuk kondisi-B hanya saja, tanpa tulangan

$A_{vco}$  luas proyeksi kerusakan beton terhadap geser dari angkur tunggal untuk perhitungan jika tidak dibatasi oleh pengaruh posisi pinggir atau pojokan, spasi dan ketebalan beton ( $\text{mm}^2$ )

Factor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir pondasi,  $\psi_{ed,v}$  dan berlaku untuk nilai terkecil dari  $c_{a2}$ .

Jika  $c_{a2} \geq 1,5 c_{a1}$  , maka:

$$\psi_{ed,v} = 1,0$$

Adanya retak beton pada beban kerja mempengaruhi kuat geser baut angkur, dan retak adalah kondisi yang tidak ideal. Kondisi itulah yang dipakai code untuk

memperhitungkan kuat geser baut angkur, sehingga  $\psi_{ed.v} = 1,0$ . Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\psi_{h.v}$  jika dipasang pada elemen beton dengan tebal  $h_a \leq 1,5 c_{a1}$  maka

$$\psi_{h.v} = \sqrt{\frac{1,5c_1}{h_a}} \geq 1,0 \quad (2.59)$$

Kuat dasar jebol beton terhadap gaya geser dari baut angkur tunggal pada beton yang telah mengalami retak adalah nilai terkecil dari dua persamaan berikut:

$$V_b = 0,6 \left(\frac{I_e}{d_a}\right)^{0,2} x \sqrt{d_a} \lambda_a \sqrt{f'_c} (C_{a1})^{0,5} \quad (2.60)$$

Dimana:

$I_e$ : panjang tumpu angkur terhadap geser,  $I_e = h_{ef}$  untuk panjang dengan kekuatan konstan, atau  $I_e = 2d_a$  untuk angkur pasca pasang control torsi, untuk semua kasus  $I_e = 8d_a$

#### 6. Kuat rompal (pryout) beton terhadap geser

Kuat rompal beton rencana baut angkur tunggal,  $\phi V_{cp}$  atau kelompok,  $\phi V_{cpg}$  terhadap geser, dan kuat nominal baut angkur tunggal:

$$V_{cp} = k_{cp} N_{cp} \quad (2.61)$$

Dan baut angkur kelompok

$$V_{cpg} = k_{cpg} N_{cpg} \quad (2.62)$$

Dimana:

$\phi$  faktor reduksi kuat rompal pada beton terhadap geser, 0,75 untuk kondisi-A (dipasang tulangan tambahan), dan 0,70 untuk kondisi-B (tanpa tulangan beton)

$k_{cp} = 1.0$  untuk  $h_{ef} < 65$

$k_{cp} = 2.0$  untuk  $h_{ef} < 65$

## 7. Interaksi gaya tarik dan gaya geser

$$\frac{N_{ua}}{\phi N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \leq 1,2 \quad (2.63)$$

### 2.6 Perencanaan Sling

Dalam bidang konstruksi tali baja (Wire rope) harus dipilih yang sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat menghemat biaya.

Perencanaan dalam pemilihan dan perhitungan tali baja meliputi

#### a. Menghitung muatan yang di angkat

$$Q_0 = q + (10\%q) \quad (2.64)$$

$$Q = Q_0 + q \quad (2.65)$$

Dimana

$Q$  = Kapasitas muatan total yang akan di angkat

$Q_0$  = Kapasitas sangkar

$q$  = selisih berat sangkar dengan kapasitas sangkar

#### b. c

$$S = \frac{Q}{n \cdot n \cdot n1} \quad (2.66)$$

Dimana,

$n$  = jumlah puli penyangga (suspense) = 0,905

$n$  = Efisiensi Puli = 0,905

$n1$  = Efisiensi dikarenakan kerugian tali akibat kekakuan  
Ketika menggulung pada drum = 0,905

#### c. Kekuatan putus tali sebenarnya

$$P = S \times K \quad (2.67)$$

Dimana,

$K$  = Faktor keaman dengan jenis mekanisme (diam) = 3

d. Tegangan maksimum tali baja yang diijinkan

$$S_{ijin} = \frac{Pb}{K} \quad (2.68)$$

Dimana,

$Pb$  = Beban Patah

e. Tegangan tarik maksimum yang diijinkan

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_b}{K} \quad (2.69)$$

Dimana,

$\sigma_b$  = Tegangan Patah

f. Luas penampang tali baja

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \cdot d_{min} (50000)} \quad (2.70)$$

g. Tegangan tarik yang terjadi

$$\sigma_t = \frac{S}{A} \quad (2.71)$$



## BAB III

### METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini merupakan study perencanaan “Tinjauan Perencanaan Rangka Kanopi Ballroom Universitas Hasanuddin Dengan Menggunakan Rangka Batang Baja” dilakukan selama 6 (enam) bulan, dimulai bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Juli 2021. Untuk lebih jelasnya waktuyang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Time Shedule Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir

TAME SCHEDULE PEKERJAAN TUGAS AKHIR 2020-2021																					
NO	JENIS KEGIATAN	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Revisi Proposal Tugas Akhir	■																			
2	Perhitungan Beban-beban yang Bekerja		■	■																	
3	Analisa Rangka Kanopi secara Analisis Jasa dan Kontrol dengan SAP 2000				■	■	■	■													
4	Meninjau Desain Rangka Kanopi dua Atau Lebih Section Secara Manual dan Kontrol dengan Sap 2000									■	■	■	■								
5	Desain Sambungan															■					
6	Pembuata Kesimpulan berdasarkan Analisa dan Desain																■	■			
7	Perampungan Tugas Akhir																				
8	Persentase Tugas Akhir																			■	

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Pada penelitian ini menggunakan alat hitung berupa kalkulator untuk analisis struktur secara manual dan PC atau Laptop untuk analisis struktur dengan SAP2000.

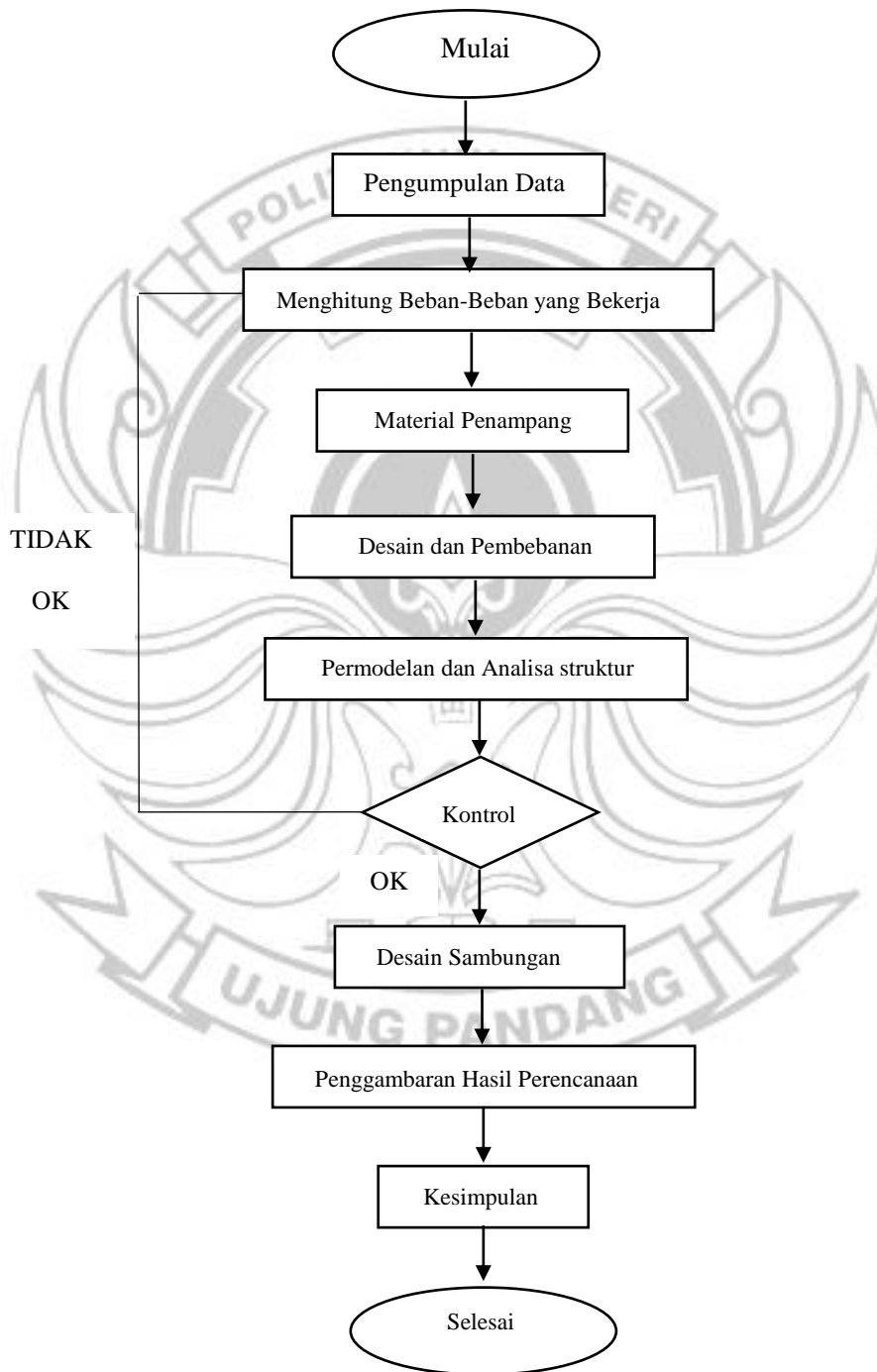
##### 3.2.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa dokumentasi hasil penelitian terdahulu mengenai struktur rangka yang sering digunakan khusus untuk bangunan

dengan bentang besar, data-data profil baja dan material baja yang digunakan di lapangan sebagai bahan penunjang.

### 3.3 Prosedur Perencanaan

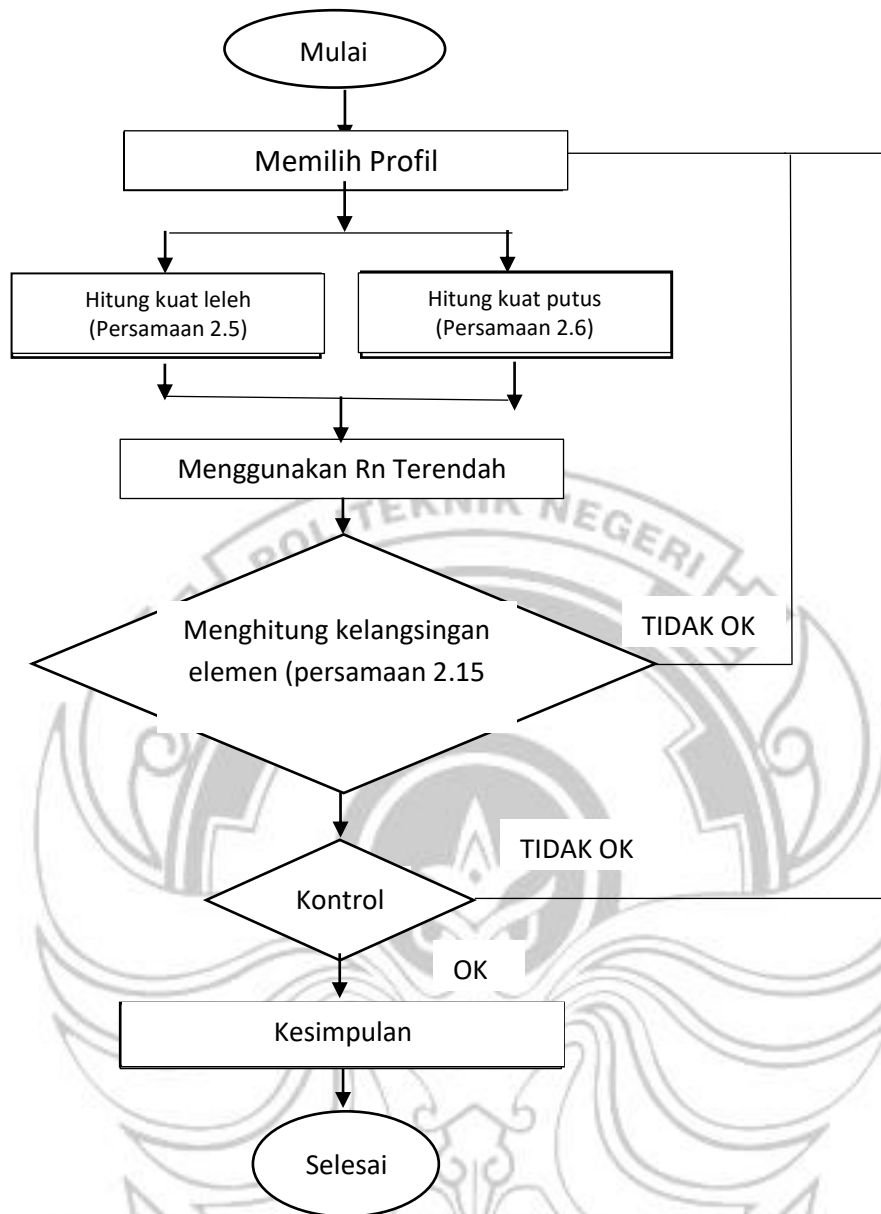
Secara rinci prosedur penelitian mengikuti diagram alir seperti pada Gambar.



Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan tinjauan perencanaan

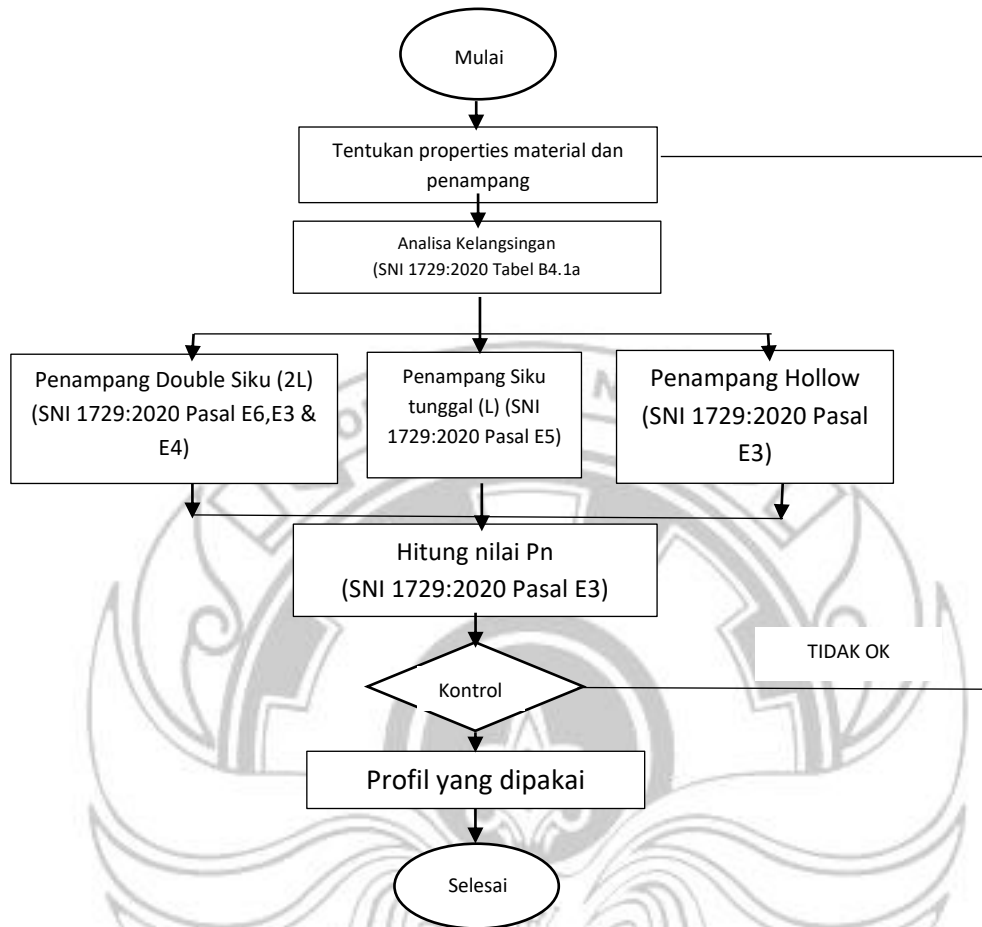
#### 3.3.1 Diagram Alir Perencanaan Batang Tarik





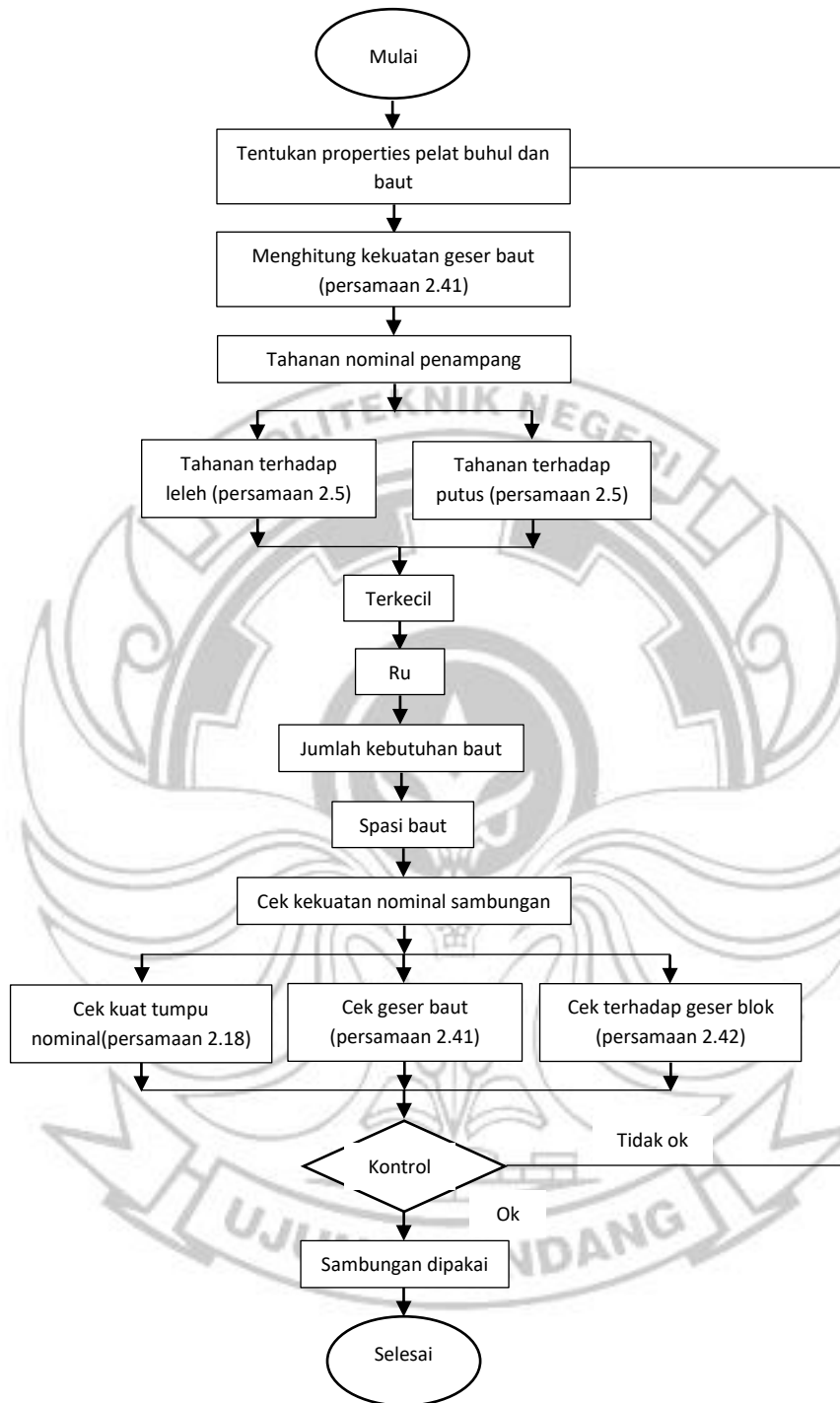
Gambar 3.2 Diagram alir Perencanaan Batang Tarik

### 3.3.2 Diagram Alir Perencanaan Batang Tekan



Gambar 3.3 Diagram alir Perencanaan Batang Tekan

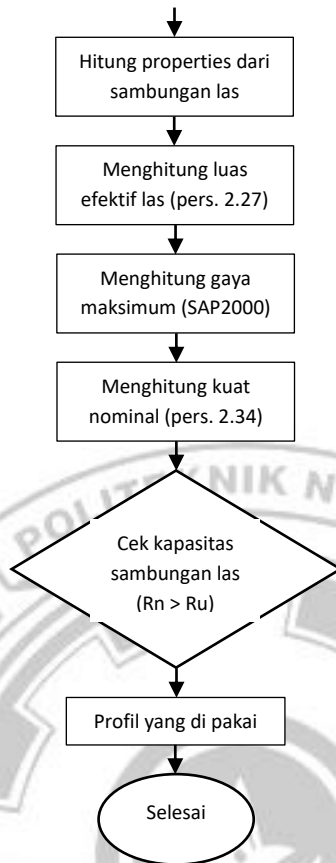
### 3.3.3 Diagram Alir Perencanaan Sambungan Baut



Gambar 3.4 Diagram alir Perencanaan Sambungan Baut

### 3.3.4 Diagram Alir Perencanaan Sambungan Las





Gambar 3.5 Diagram alir Perencanaan Sambungan Las

## BAB IV

### HASIL DAN DESKRIPSI

#### 4.1 Data Perencanaan Struktur

Dalam Perencanaan struktur Kanopi ini terlebih dahulu ditentukan tipe struktur yang akan di desain dan menentukan spesifikasi komponen material struktur.

##### 4.1.1 Tipe Struktur Rangka.

Tipe struktur menggunakan rangka batang tipe Flat, Rangka batang ini dimodelkan dengan permodelan section 1, section 2, section 3, section 4 dan section 5 masing-masing dengan menggunakan baja profil siku dan baja profil hollow, pembagian section-section ini berdasarkan panjang bentang dan beban yang diterima.



Gambar 4.1 Rangka section 1



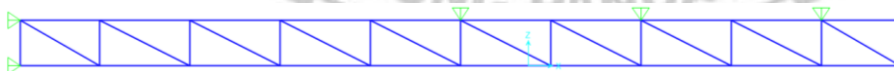
Gambar 4.2 Rangka section 2



Gambar 4.3 Rangka section 3



Gambar 4.4 Rangka section 4



Gambar 4.5 Rangka section 5

##### 4.1.2 Data Teknis

- 1) Bahan : Baja
- 2) Mutu Baja : BJ 37 ( $F_y = 240 \text{ MPa}$  ;  $F_u = 370 \text{ MPa}$ )

3) Jenis Penampang : Profil siku dan profil hollow

Tabel 4.1 Jumlah section dan panjang bentang

Section	Jumlah section (bh)	Panjang Bentang (cm)
Section 1	2	544
Section 2	2	544
Section 3	2	580
Section 4	3	740
Section 5	2	780

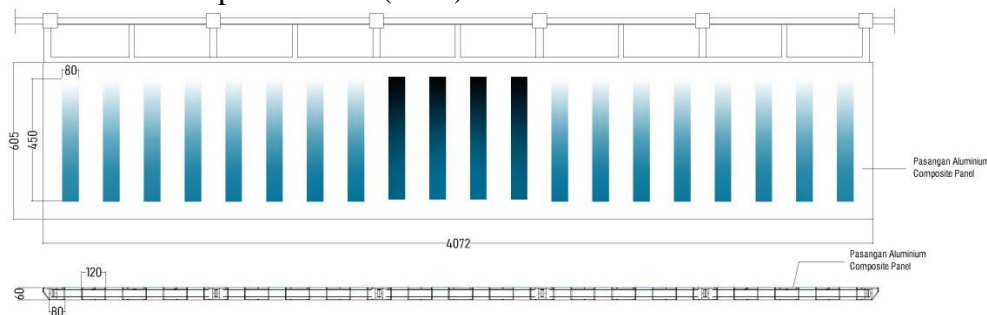
## 4.2 Perhitungan Pembebanan

Pada perhitungan Struktur rangka kanopi, terlebih dahulu menghitung beban-beban yang bekerja dan di pikul oleh struktur rangka kanopi. Pada desain kanopi ini bebanbeban yang dihitung yaitu beban mati (D), beban hidup atap (Lr), beban angin (W), dan beban hujan (R).

### 4.2.1 Beban Mati (D)

Menurut SNI 1725:2020 berat sendiri bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikul. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian kanopi yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Dalam desain ini, beban mati terbagi menjadi dua yaitu beban profil baja dan beban mati non struktural. Beban profil baja dan beban non struktural dipisahkan karena masing-masing memiliki faktor beban yang berbeda. Berat profil baja dihitung secara otomatis menggunakan *software* SAP 2000 v.18, sedangkan untuk non struktural di hitung secara manual.

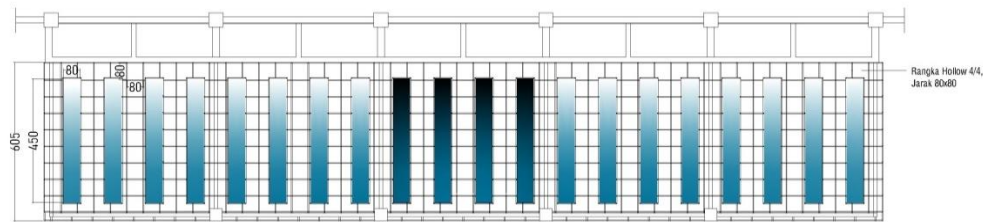
### 1. Aluminium Composite Panel (ACP)



Gambar 4.6 Pasangan ACP

Luas Pasangan ACP = 619,912 m<sup>2</sup>  
 Ukuran ACP per lembar = 1,22 x 2,44 m = 2,9768 m<sup>2</sup>  
 Jumlah lembar ACP = 619,912 / 2,9768 = 208,247 ≈ 209 buah  
 Berat ACP per lembar = 15,2 kg  
 Berat total pasangan ACP = 209 x 15,2 Kg  
 = 3176,8 Kg

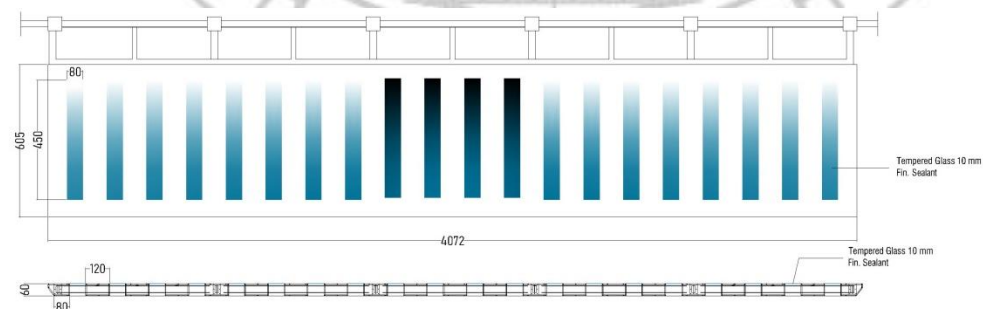
## 2. Rangka Hollow 4x4 cm



Gambar 4.7 Pasangan rangka hollow 4x4 cm

Panjang Total = 1704,32 m  
 Panjang 1 buah batang hollow = 6 m  
 Jumlah kebutuhan batang hollow = 1704/6 = 284 buah batang  
 Berat 1 buah batang hollow 6 m = 16,6 Kg  
 Berat total rangka hollow 4x4 cm = 284 x 16,6  
 = 4714,4 Kg

## 3. Tempered Glass 10 mm



Gambar 4.8 Pasangan tempered glass 10 mm

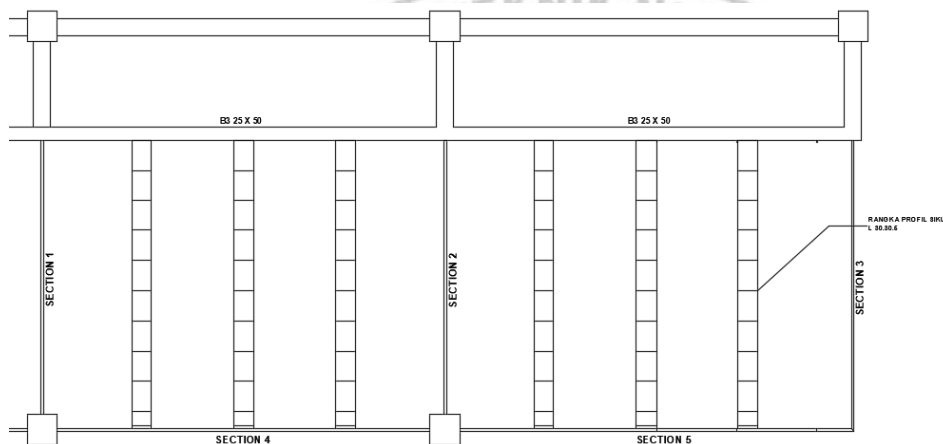
Luas Tempered glass = 0,8 x 4,5 = 3,6 m<sup>2</sup>  
 Jumlah Tempered = 20 Buah  
 Luas total tempered glass = 20 x 3,6 = 72 m<sup>2</sup>

Berat Tempered Glass 1 mm seluas 1 m<sup>2</sup> = 2,57 Kg  
 Berat Tempered Glass` = (2,57 x 10 ) x 72  
 = 1850,4 kg

Total Beban Mati Total

- Alumuniun Composite panel (ACP) = 3176,8 Kg
  - Rangka Hollow 4x4 cm = 4714,4 Kg
  - Tempered Galss 10 mm = 1850,4 Kg
- = 9741,6 Kg

#### 4. Rangka Siku L30.30.5



Gambar 4.9 Beban yang diterima section 4 dan section 5 dari rangka profil siku L 30.30.5

Beban rangka profil siku L30.30.5 hanya di perhitungkan pada section 4 dan 5 pada titik buhul rangka siku L30.30.5 di tumpu

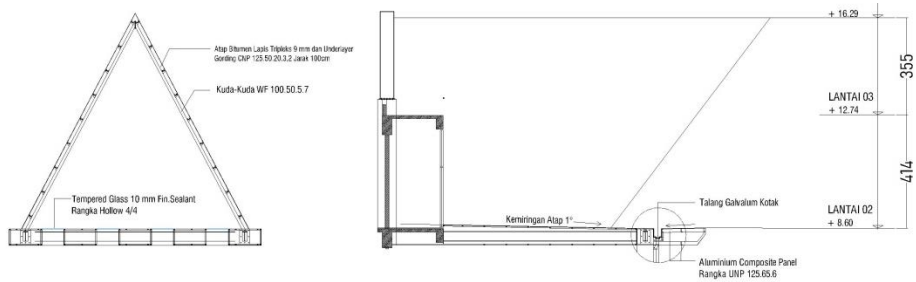
Panjang total = 68,5 m  
 Berat Kg/m = 2,18 Kg/m  
 Berat total = 149,33 Kg  
 Berat yang diterima oleh section = ½ 149,33  
 = 74,6 Kg

Berat yang di terima per pertitik buhul = Tabel 4.4

#### 5. Atap Entrance

Beban atap Entrance hanya di perhitungkan pada rangka section 1 karena hanya menumpu pada section 1.





Gambar 4.10 Pasangan Atap Entrance

#### WF 100.50.5.7

- Panjang total kebutuhan = 138 m
- Berat 1 meter = 9,33 Kg
- Berat Total = 138 x 9,33 = 1287,54 Kg

#### CNP 125.50.20.3,2

- Panjang total kebutuhan = 140 m
- Berat 1 meter = 6,13 Kg
- Berat Total = 140 x 6,13 = 1207,61 Kg

#### Tripleks 9 mm

- Luas Pasangan = 140 m<sup>2</sup>
- Berat 1 m<sup>2</sup> = 10 Kg
- Berat total = 1400 Kg

#### Atap Bitumen

- Luas Pasangan = 140 m<sup>2</sup>
- Berat 1 m<sup>2</sup> = 3,5 Kg
- Berat total = 462 Kg

#### Beban total atap Entrance

- WF 100.50.5.7 = 1287,54 Kg
- CNP 125.50.20.3,2 = 1207,61 Kg
- Atap Bitumen = 1400 Kg
- Atap Bitumen = 462 Kg +
- = 4357,15 Kg

#### 4.2.2 Beban Hidup (L)

Besar beban hidup mengacu pada SNI 1727:2020 pada tabel 4.3-1 dengan beban hidup atap datar sebesar 20 psf (0,96 KN/m<sup>2</sup>) ≈ 98 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 Beban Hujan (R)

Nilai dari beban hujan di atur dalam SNI 1727:2020 hal. 97 dengan persamaan 8.3-1

Di perkirakan nilai  $d_s = 10$  mm dan  $d_h = 0$  mm

$$\begin{aligned} R &= 0,0098 (10 + 0) \\ &= 0,098 \text{KN/m}^2 = 9,8 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_R &= R \times \text{Luas atap} \\ &= 9,8 \times 246,356 \\ &= 2414,28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

#### 4.2.4 Beban Angin

Tekanan angin desain untuk kanopi terhubung pada dinding bangunan gedung bertingkat rendah dengan  $h \leq 60$  ft ( $h \leq 18,3$  m) harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$P = qh(GC_p) \text{ (lb/ft}^2\text{) (N/m}^2\text{)}$$

dengan

$qh$  = tekanan velositas dari Pasal 26.10 dihitung pada ketinggian atap rata-rata  $h$  menggunakan eksposur yang didefinisikan dalam Pasal

26.7.3; dan

$(GC_p)$  = koefisien tekanan neto untuk kanopi terhubung yang diberikan pada Gambar 30.111A-B untuk kontribusi dari kedua permukaan teratas dan terbawah individual dan efek kombinasi (neto) nya pada kanopi terhubung

1. Struktur diasumsi memiliki resiko rendah terhadap manusia jika terjadi kegagalan sehingga dari Tabel 1.5-1. Struktur termasuk ke dalam kategori risiko I.
2. Kecepatan angin dasar ( $V$ )  
Lokasi perencanaan berada di Jalan Perintis kemerdekaan km. 10, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan. Diasumsikan Kecepatan Angin 4 m/s
3. Parameter beban angin:

- a. Struktur diasumsi sebagai bangunan gedung dengan sistem penahan beban angin utama sehingga berdasarkan Tabel 26.6-1 nilai Faktor arah angin ( $K_d$ ) sebesar 0,85,
- b. Struktur ditentukan termasuk dalam kategori eksposur B
- c. Faktor topografi ( $K_v$ ) = 1, karena struktur tidak memenuhi semua kondisi yang disyaratkan dalam Pasal 26.8.1
- d. Faktor elevasi permukaan tanah, ( $K_e$ )=1,00

4. Koefisien eksposur tekanan kecepatan ( $K_z$ )  
Tinggi Kanopi dari permukaan tanah adalah  $z=8$  m sehingga digunakan 0,70 pada Pasal 28, Eksposur B, apabila  $z < 30$  ft (9,1 m).

Jadi,  $K_z=0,70$

5. Tekanan Kecepatan, ( $q_h$ )

$$\begin{aligned} q_h &= 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \\ &= 0,613 \times 0,70 \times 1 \times 0,85 \times 6^2 \\ &= 13,130 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

6. Koefisien tekanan neto ( $G_Cp$ )

$$h_e = 12,74 \text{ m}$$

$$h_c = 8,6 \text{ m}$$

$$h_c/h_e = 8,6/12,74 = 0,675 \text{ m}$$

$$0,5 < h_c/h_e < 0,9 = -1,0$$

7. Tekanan Angin ( $P$ )

$$P = q_h (G_Cp)$$

$$= 13,130 (-1,0)$$

$$= -13,130 \text{ Kg/m}^2$$

Tabel 4.2 Rekapitulasi perhitungan beban untuk setiap section

<b>Beban</b>	<b>Section 1</b>	<b>Section 2</b>	<b>Section 3</b>	<b>Section 4</b>	<b>Section 5</b>
Beban Mati	3503,1	1333,54	671,32	597	615,2
Beban Hidup	3283	3305,54	1664,04	1479,8	1524,88
Beban Hujan	328,3	333,2	168,1	148	157,8
Beban Angin	-439,8	-446,4	-233,1	-198,3	-211,4

Catatan: beban mati section 1 ditambah ½ beban total atap entrance

Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan beban untuk setiap titik buhul

<b>Beban</b>	<b>Titik Buhul</b>	<b>Section 1 (8 Titik)</b>	<b>Section 2 (8 Titik)</b>	<b>Section 3 (9 Titik)</b>	<b>Section 4 (11 Titik)</b>	<b>Section 5 (11 Titik)</b>
Beban Mati (Kg)	Tengah	500,4	190,5	84	59,7	61,52
	Pinggir	250,2	95,2	42	29,85	30,76
Beban Hidup (Kg)	Tengah	469	472,22	208	147,98	152,5
	Pinggir	234,5	236,11	104	73,99	76,25
Beban Hujan (Kg)	Tengah	46,9	47,6	21	14,8	15,8
	Pinggir	23,45	23,8	10,5	7,4	7,9
Beban Angin (Kg)	Tengah	62,8	63,8	29,15	19,83	21,14
	Pinggir	31,4	31,9	14,575	9,915	10,57

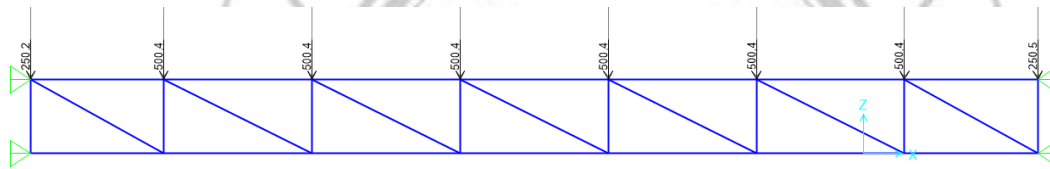
Tabel 4.4 Distribusi beban mati pada titik buhul section 4 dan section 5 akibat beban rangka profil siku L30.30.5

<b>Rangka</b>	<b>Titik buhul (Kg)</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
section 4	29,8	59,7	97	97	59,7	134,4	59,7	97	97	59,7	29,8
section 5	30,7	61,5	136,1	61,5	61,5	136,1	61,5	136,1	61,5	61,5	30,7

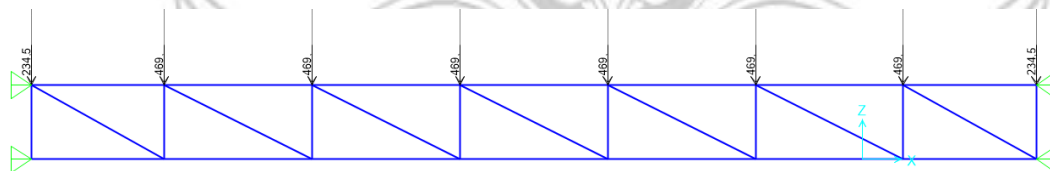
### 4.3. Analisa Struktur

Setelah perhitungan beban selesai, maka dilanjutkan memasukan nilai-nilai beban ke dalam software SAP2000 v.18. Dalam menganalisis struktur pada software SAP2000 v.18 menggunakan kombinasi beban berdasarkan keadaan batas yang sudah ditentukan pada SNI 1725:2020. Keadaan batas yang digunakan disesuaikan dengan beban yang telah dihitung, kombinasi beban yang dipakai diantaranya sebagai berikut:

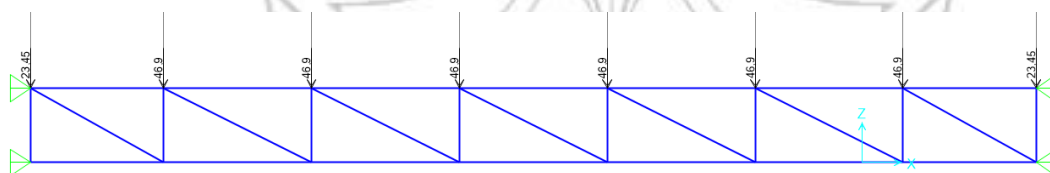
- 1,4D .....SNI 1727:2020 Hal. 13
- 1,2D + 0,5 L<sub>r</sub>
- 1,2D + 1,6 L<sub>r</sub> + 0,5W
- 1,2D + 1,0W + L + 0,5 L<sub>r</sub>
- 0,9D + 1,0W



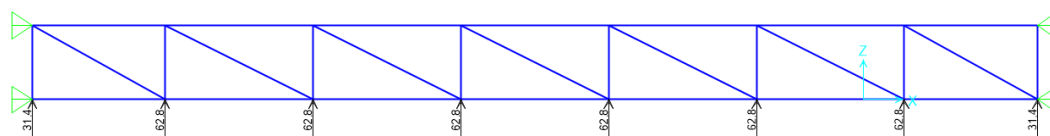
Gambar 4.11 Input beban mati pada section 1



Gambar 4.12 Input beban hidup pada section 1



Gambar 4.13 Input beban Hujan pada section 1



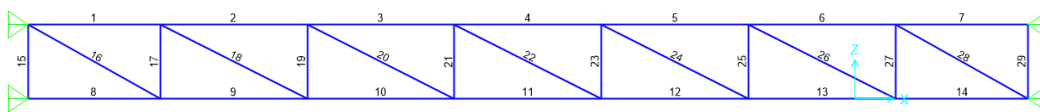
Gambar 4.14 Input beban Angin pada section 1

Struktur akan dianalisis menggunakan SAP2000, kemudian hasilnya akan digunakan untuk mendesain penampang. Pada penelitian ini, diambil dua masing-masing tipe rangka

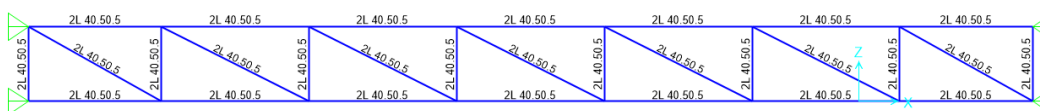
kanopi yaitu section 1 penampang profil siku dan section 1 penampang Hollow sebagai sampel untuk mendesain struktur dengan dua cara yaitu dengan cara manual dan menggunakan aplikasi SAP2000 yang berdasarkan SNI 1729:2020. Apabila hasil yang diperoleh sama atau diperoleh perbedaan yang tidak terlalu signifikan, maka desain untuk tipe section 2, section 3, section 4, dan section 5 dapat dilanjutkan dengan menggunakan aplikasi SAP2000.

Dalam desain Kanopi ini, struktur rangka dimodelkan menjadi permodelan truss, maksud dari permodelan truss adalah bahwa beban-beban terletak pada titik buhul (joint). Pada tahap penggambaran dilakukan release momen pada batang, release momen batang bertujuan untuk membuat batang tersebut mengasumsi bahwa beban-beban bekerja pada titik buhul (joint). Pada truss momennya sangat kecil atau terkadang dianggap tidak ada momen, karena momen pada truss terjadi akibat dari berat sendiri batang profil

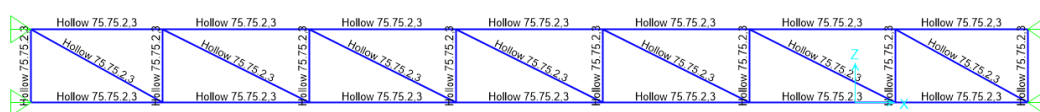
Untuk mendapatkan hasil analisa yang mendekati kondisi yang sebenarnya, maka struktur rangka dimodelkan dalam analisa dua dimensi, dimana permodelan diusahakan semirip mungkin dengan yang direncanakan. Berikut ini adalah gambar permodelan dan model struktur menggunakan software SAP2000 v.18 dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.15 Model struktur rangka batang



Gambar 4.16 Kodefikasi batang profil Siku Section 1



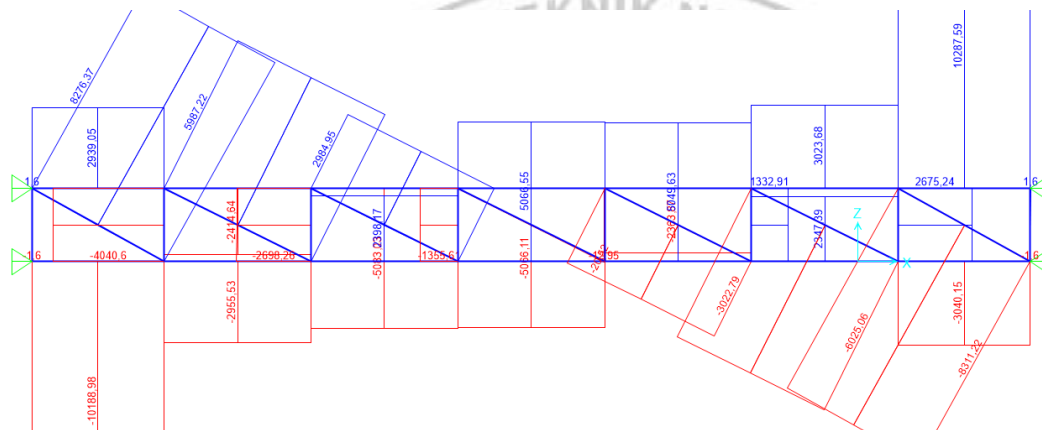
Gambar 4.17 Kodefikasi batang profil Hollow Section 1

Gambar

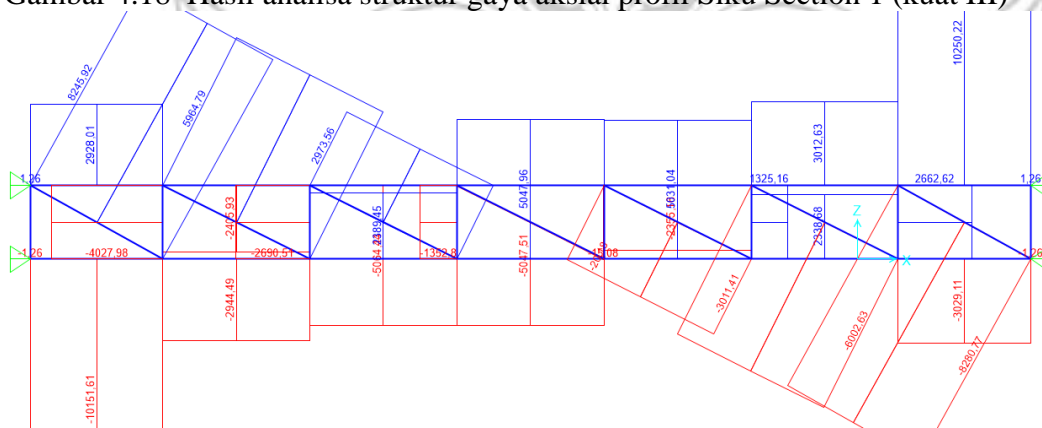
Berdasarkan analisis permodelan truss yang dilakukan diperoleh gaya-gaya dalam yang bekerja pada masing-masing elemen struktur. Hasil yang digunakan adalah nilai maksimum dari masing-masing gaya dalam

#### 4.3.1 Permodelan truss Gaya-gaya dalam

Gaya-gaya dalam yang didapatkan dari permodelan truss diambil gaya aksial yang terbesar saja. Nilai gaya aksial akibat kombinasi beban kuat III pada masing-masing penampang Rangka Kanopi dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.18 Hasil analisa struktur gaya aksial profil Siku Section 1 (kuat III)

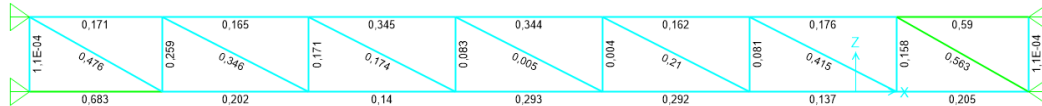


Gambar 4.19 Hasil analisa struktur gaya aksial profil Hollow Section 1 (kuat III)

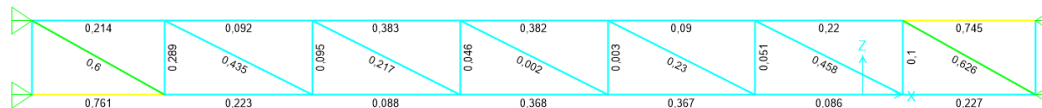
#### 4.3.2 Permodelan truss Analisa kekuatan penampang batang

Berdasarkan analisis dan berbagai kombinasi pembebanan permodelan truss yang dilakukan diperoleh bahwa struktur rangka kanopi dalam kondisi aman. Hasil analisa kekuatan penampang rangka kanopi ditampilkan dalam besaran rasio antara gaya yang terjadi dibanding dengan kapasitas penampang itu sendiri. Nilai rasio dibawah 1 mengartikan bahwa

kapasitas penampang cukup untuk memikul gaya-gaya dalam yang terjadi. Berikut gambar hasil analisis SAP2000 yang ditampilkan dalam nilai rasio antara kebutuhan dan kapasitas dari penampang struktur baja yang digunakan.



Gambar 4.20 Rasio Penampang profil siku Section 1



Gambar 4.21 Rasio Penampang profil Hollow Section 1

#### 4.3.3 Control Lendutan

Lendutan dihitung berdasarkan Hukum Usaha Virtual sesuai dengan persamaan 2.21. Perhitungan lendutan diambil pada joint batang bawah di tengah bentang. Untuk mendapatkan nilai  $\alpha_i$  pada persamaan 2.21, pada joint dimana lendutan dihitung, diberi beban 1 satuan lalu dianalisis kembali menggunakan SAP2000. Hasil analisis struktur berupa gaya batang ( $S_i$  dan  $\alpha_i$ ) untuk setiap batang diperlihatkan pada tabel 4.5. Adapun perhitungan untuk mengisi kolom-kolom lainnya pada tabel 4.5 diberikan contoh menghitung batang atas no. 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \frac{S_1 \alpha_1 L_1}{EA_1} \\ &= \frac{23496986,5}{85000000} \\ &= 0,276 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Lendutan dengan metode virtual pada section 3 profil siku L 40.50.5

Jenis Batang	Batang	$S_i$	$L_i$	$\alpha_i$	$A_i$	$\delta_i$
		(N)	(mm)		(mm <sup>2</sup> )	(mm)
Batang Atas	1	4054,7	500	11,59	425	0,276
	2	-527,69	800	1,800	425	-0,009
	3	-3273,15	800	-7,990	425	0,246



	4	-4181,71	800	-17,780	425	0,700
	21	-8058,55	500	-17,72	425	0,840
Batang Bawah	22	-4063,96	800	-11,6	425	0,444
	23	518,42	800	-1,81	425	-0,009
	24	3263,89	800	7,98	425	0,245
	41	6,54	400	0	425	0,000
Batang Vertikal	43	-3150,85	400	-4,89	425	0,073
	45	-2237,3	400	-4,89	425	0,051
	47	-1318,84	400	-4,89	425	0,030
	49	-400,38	400	-4,89	425	0,009

Tabel 4.5 (Lanjutan)

	42	5109,03	640,31	7,84	425	0,302
Batang Diagonal	44	5116,72	894,43	10,95	425	0,590
	46	3062,98	894,43	10,95	425	0,353
	48	1009,25	894,43	10,95	425	0,116
	Lendutan total, $\delta$ (mm)					

Dari hasil perhitungan secara manual, diperoleh perbandingan perhitungan lendutan secara virtual dengan hasil SAP2000 yaitu hasil manual 4,974 mm dan SAP2000 4,257 mm.

Tabel 4.6 Control Lendutan Profil Siku

Section	L (mm)	Batas lendutan (mm)	Lendutan terjadi (mm)
Section 1 Profil 2L 40.50.5	5440	11,33333	6,328014
Section 2 Profil 2L 40.50.5	5440	11,33333	4,601400
Section 3 Profil L 40.50.5	5800	12,08333	4,974738
Section 4 Profil L 40.50.5	7400	15,41667	8,954463
Section 5 Profil L 40.50.5	7800	16,25000	0,388370

Tabel 4.7 Control Lendutan Profil Hollow 60.30.2,3

Section	L (mm)	Batas lendutan (mm)	Lendutan terjadi (mm)
Section 1 Profil Hollow 75.75.2,3	5440	11,33333	8,003448
Section 2 Profil Hollow 75.75.2,3	5440	11,33333	5,80667
Section 3 Profil Hollow 50.50.1,6	5800	12,08333	6,770116
Section 4 Profil Hollow 50.50.1,6	7400	15,41667	12,169004
Section 5 Profil Hollow 50.50.1,6	7800	16,25000	0,508821

#### 4.4 Hasil Analisa Struktur

Dalam penelitian ini diuraikan deskripsi hasil desain struktur rangka kanopi menggunakan tabel. Struktur rangka kanopi yang akan diuraikan hasil desainnya adalah desain batang, desain sambungan, dan desain sling Penggantung Section 3 dan Section 5. Uraian perhitungan desain dan gambar desain struktur rangka kanopi dapat dilihat di bagian lampiran.

##### 4.4.1 Hasil Desain Batang

Rekapitulasi hasil desain batang analisis software SAP2000 section 1 profil siku dan section 1 profil hollow diperoleh tidak terlalu signifikan yang kemudian section 2. Section 3, section 4 dan section 5 masing-masing profil siku dan profil hollow dilanjutkan dengan menggunakan aplikasi SAP2000, untuk desain batangnya hanya ditinjau pada setiap elemen batang yang menerima gaya maksimum, untuk kontrol desain batangnya menggunakan SNI 1729:2020.

Tabel 4.8 Rekapitulasi hasil desain rangka batang menggunakan profil siku

Jenis Section	Profil Penampang	Jumlah Rangka	Berat Total Per Section (Kg)	Berat total keseluruhan (Kg)
Section 1	2L 40.50.5	2	246,85	
Section 2	2L 40.50.5	2	246,85	
Section 3	L 40.50.5	2	132,58	1054,54
Section 4	L 40.50.5	3	252,42	
Section 5	L 40.50.5	2	175,84	

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perbandingan Rasio pada rangka batang section 1 profil siku Analisis SAP2000 dengan Kontrol Manual

Jenis Batang	Gaya Batang (N)	Rasio	
		SAP2000	Manual
Horizontal atas	100886,75 (Tarik)	0,590	0,640
Horizontal Bawah	99919,73 (Tekan)	0,683	0,559
Vertikal	39624,73 (Tekan)	0,259	0,299
Diagonal	81163,28 (Tarik)	0,563	0,589

Tabel 4.10 Rekapitulasi hasil Desain batang profil Hollow

Jenis section	Profil Penampang	jumlah rangka	Berat total Per Section (Kg)	Berat total keseluruhan (Kg)
---------------	------------------	---------------	------------------------------	------------------------------

Section 1	75.75,2,3	2	185,04	
Section 2	75.75,2,3	2	185,04	
Section 3	50.50,1,6	2	94,05	773,20
Section 4	50.50,1,7	3	179,07	
Section 5	50.50,1,8	2	129,99	

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perbandingan Rasio Batang section 1 profil hollow Analisis SAP2000 dengan Kontrol Manual

Jenis Batang	Gaya Batang (N)	Rasio	
		SAP2000	Manual
Horizontal atas	100520,35 (Tarik)	0,745	0,700
Horizontal Bawah	99553,33 (Tekan)	0,761	0,710
Vertikal	39500,96 (Tekan)	0,289	0,276
Diagonal	81206,58 (Tarik)	0,626	0,602

Tabel 4.12 Rekapitulasi Rasio Section 2, Section 3, section 4, dan section 5 pada batang profil siku Analisis SAP2000 dengan batang gaya maksimum

Section	Batang Maksimum			
	Batang Vertikal	Batang Horizontal		Batang Diagonal
		Atas	Bawah	
2 (2L 40.50,5)	0,192 (Tekan)	0,440 (Tarik)	0,509 (Tekan)	0,420 (Tekan)
3 (L 40.50,5)	0,194 (Tekan)	0,449 (Tarik)	0,532 (Tekan)	0,505 (Tekan)
4 (L 40.50,5)	0,196 (Tekan)	0,575 (Tarik)	0,683 (Tekan)	0,562 (Tekan)
5 (L 40.50,5)	0,232 (Tekan)	0,144 (Tekan)	0,549 (Tekan)	0,448 (Tarik)

Tabel 4.13 Rekapitulasi Rasio Section 2, Section 3, section 4, dan section 5 pada batang profil Hollow Analisis SAP2000 dengan batang gaya maksimum

Section	Batang Maksimum			
	Batang Vertikal	Batang Horizontal		Batang Diagonal
		Atas	Bawah	
2 (75.75.2,3)	0,214 (Tekan)	0,555 (Tarik)	0,587 (Tekan)	0,467 (Tekan)
3 (50.50.1,6)	0,421 (Tekan)	0,612 (Tarik)	0,627 (Tekan)	0,431 (Teakan)
4 (50.50.1,6)	0,243 (Tekan)	0,781 (Tarik)	0,804 (Tekan)	0,480 (Tekan)
5 (50.50.1,6)	0,289 (Tekan)	0,087 (Tarik)	0,565 (Tekan)	0,611 (Tarik)

#### 4.4.2 Hasil Desain Sambungan

Dalam desain sambungan struktur rangka yang digunakan dalam Kanopi terdapat dua jenis sambungan yaitu sambungan baut dan sambungan las. Tabel rekapitulasi hasil desain sambungan baut diperlihatkan pada tabel 4.12 dan tabel 4.13 untuk sambungan las.

Tabel 4.14 Hasil Desain Sambungan titik buhul profil siku.

Sambungan Titik Buhul	Tipe	Diameter Baut	Jumlah Baut
-----------------------	------	---------------	-------------

	Sambungan	(mm)	(bh)
section 1 (Siku 2L 40.50,2,3)	Tarik	12	232
section 2 (Siku 2L 40.50,5)	Tarik	12	232
section 3 (Siku L 40.50,5)	Tarik	12	264
section 4 (Siku L 40.50,5)	Tarik	12	492
section 5 (Siku L 40.50,5)	Tarik	12	328
End Plate	Tarik-Geser	16	108

Tabel 4.15 Hasil Desain Sambungan titik buhul profil Hollow.

Sambungan Titik Buhul	Tipe Sambungan	Diameter Baut (mm)	Jumlah Baut (bh)
section 1 (Hollow 75.75.2,3)	Tarik	12	320
section 2 (Hollow 75.75.2,3)	Tarik	12	320
section 3 (Hollow 50.50.1,6)	Tarik	12	264
section 4 (Hollow 50.50.1,6)	Tarik	12	492
section 5 (Hollow 50.50.1,6)	Tarik	12	328
End Plate	Tarik-Geser	16	108

Tabel 4.16 Hasil Desain Sambungan las profil siku dan hollow

Jenis sambungan	Tipe Sambungan	Luas efektif las (mm <sup>2</sup> )	
		siku	Hollow
Pelat buhul ke endplate	Las sudut (tarik-gese)	636,3	1272,6
section 3 dan section 5	tarik-geser	636,3	1272,6

#### 4.4.3 Hasil Desain Sling

Tali baja JIS G 3521

9 x 19 + 1 Fibre core Spesifikasi:

Diameter (d) = 10 mm

Berat tali (W) = 1,15 kg/m

Beban Patah (Pb) = 15400 Kg

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan desain struktur rangka kanopi yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

- a. Tinjauan penampang profil rangka Kanopi diperoleh penampang profil Siku 2L 40.50.5 dan L 40.50.5 dan penampang profil Hollow 75.75.2,3 dan Hollow 50.50.1,6.
- b. Diperoleh perbandingan berat struktur yang di tinjau yaitu penampang profil WF 350.175.7.11 dan berat struktur hasil tinjauan yaitu penampang profil Siku dan penampang profil Hollow yaitu
 

WF 350.175.7.11	= 3529,536 Kg
Profil Siku	= 1054,54 Kg
Profil Hollow	= 773,20 Kg
- c. Perbandingan Rasio rata-rata dan Lendutan Rangka siku dan Rangka Hollow

Section	jenis Penampang	Rasio Rata-rata	Lendutan yang Terjadi (mm)
Section 1	Siku 2L 40.50.5	0,233	6,33
	Hollow 75.75.2,3	0,255	8,00
Section 2	Siku 2L 40.50.5	0,177	4,60
	Hollow 75.75.2,3	0,173	5,81
Section 3	Siku L 40.50.5	0,200	4,97
	Hollow 50.50.1,6	0,213	6,77
Section 4	Siku L 40.50.5	0,234	8,95
	Hollow 50.50.1,6	0,240	12,17
Section 5	Siku L 40.50.5	0,125	0,39
	Hollow 50.50.1,6	0,102	0,51

### 5.2 Saran

- a. Untuk penelitian yang lebih kompleks perlu memperhitungkan beban gempa
- b. Untuk sambungan pelat buhul pada rangka perlu dilakukan kontrol tegangan dan sobekan pada pelat buhul.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Bustanul, Dkk. 2019. *Evaluasi Batang Tekan Siku pada Struktur Rangka Batang dengan Variasi Siku Tunggal dan Siku Ganda*. Jurnal of the civil engineering student, 3(1), 50-56 <http://jim.unsyiah.ac.id/CES/article/download/3532/5775> tanggal 27
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. SNI 1729:2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. SNI 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta
- Dewobroto Wiryanto. 2016. *Struktur Baja Perilaku Analisis dan Desain-AISC*. 2010 Edisi ke-2. Cetakan ke-1. Tangerang: Jurusan Teknik Sipil UPH
- Setiawan Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga
- Lesmana Yudha. 2019. *Analisa dan Desain Struktur Baja (Berdasarkan SNI 1729-2015)*. Surabaya: CV Budi Utama
- Zayadi Ahmadi, HP Cahyono. 2020. *Analisis Kekuatan Tali Baja Pada Lift Schindler Kapasitas 6100 Kg*. *Jurnal teknologi Kedigantaraan*,5(8), 88-95.





**LAMPIRAN 1**  
**DESAIN BATANG PENAMPANG**

## A. Profil siku 2L 40.50.5 dan Profil siku L 40.50.5

Setelah melakukan pendekatan desain penampang di SAP2000 didapatkan hasil penampang yaitu Profil siku 2L 40.50.5 pada section 1 dan section 2 dan Profil siku L 40.50.5 pada section 3, section 4 dan section 5 yang akan dikontrol dengan cara manual dengan menggunakan gaya batang maksimum dari setiap penampang .

### 1. Profi siku 2L 40.50.5

digunakan pada section 1 dan section 2.

utu = Baja BJ-37

$f_y$  = 240 MPa

$f_u$  = 370 MPa

$A_g$  = 850 mm<sup>2</sup>

$I_x$  = 10,400 cm<sup>4</sup> (1 SIKU TUNGGAL)

$I_y$  = 5,89 cm<sup>4</sup> (1 SIKU TUNGGAL)

$r_x = e_x$  = 15,6 mm (1 SIKU TUNGGAL)

$r_y = e_y$  = 10,7 mm (1 SIKU TUNGGAL)

$e_x$  = 15,6 mm

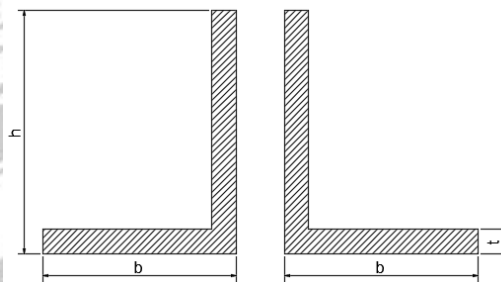
$k$  = 1 (sendi-send)

$E$  = 200000 MPa

$t$  = 5 mm

$b$  = 40 mm

$h$  = 50 mm



#### a. Kontrol terhadap Tarik

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya batang tarik maksimum dari section 1 dan section 2



- Section 1 →  $T_u = 100886,75 \text{ N}$  .....(SAP2000)
- Section 2 →  $T_u = 73293,62 \text{ N}$  .....(SAP2000)

Digunaka  $T_u = 100886,75 \text{ N}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya batang tarik yang lebih maksimum.

1) Cek terhadap kuat leleh

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi_t \times A_g \times F_y \\
 &= 0,9 \times 850 \times 240 \\
 &= 183600 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Cek syarat kekutan

$$183600 \text{ N} > 100886,7 \text{ N}$$

2) Cek terhadap kuat putus

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - (2 \times \phi_{\text{lubang}} \times t) \\
 &= 850 - (2 \times 14 \times 5) \\
 &= 710 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \quad (U = 0.80 \text{ Tabel D3.1}) \\
 &= 710 \times 0,80 \\
 &= 568 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi_t \times A_e \times F_u \\
 &= 0,75 \times 568 \times 370 \\
 &= 157620 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Cek syarat kekutan

$$157620 \text{ N} > 100886,7 \text{ N}$$

Maka, diambil  $P_n$  yang terkecil yaitu 157620 N

$$\text{Syarat, } \frac{T_u}{P_n} = \frac{100886,7 \text{ N}}{157620 \text{ N}} = 0,64 < 1 \text{ .....Ok}$$

### a. Kontrol terhadap Tekan

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya tekan batang maksimum dari section 1 dan section 2

- Section 1 →  $P_u = 99919,73 \text{ N}$  (L=720 mm)..... (SAP2000)
- Section 2 →  $P_u = 72582,81 \text{ N}$  (L=720 mm)..... (SAP2000)

Digunaka  $P_u = 99919,73 \text{ N}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya Tekan batang yang lebih maksimum.

1) Kelangsingan Penampang..... (Tabel B4.1a SNI 1729:2020)

$$(b/t) \leq 0,45 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$50/5 \leq 0,45 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$10 \leq 12,990 \dots \dots \dots \text{(Penampang tidak langsing)}$$

Periksa kelangsingan batang

Kondisi tumpuan sendi-sendi  $K = 1$

2) Hitung nilai  $P_n$  sesuai kondisi batas tekuk lentur..... (Pasal E3

SNI1729:2020)

$$P_n = F_{cr} \times A_g \text{ (E3-1)}$$

Tegangan kritis  $F_{cr}$ , ditentukan

$$\text{Bila, } \frac{F_y}{F_e} \leq 2,25$$

$$F_{cr} = (0,658^{F_y/F_e}) F_y$$

$$\text{Bila, } \frac{F_y}{F_e} > 2,25$$

$$F_{cr} = 0,877 F_e$$

3) Perhitungn tekuk lentur arah sumbu X

$$r_x = 15,6$$

$$\frac{L_{cx}}{r_x} = \frac{1 \times 720}{15,6} = 46,15$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135,96$$

- Tegangan kritis arah-X

$$\frac{L_{cx}}{r_x} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\begin{aligned} F_{cr} &= \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y \\ &= \left(0,658 \frac{240}{925,86}\right) 240 \\ &= 215,34 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana } F_e &= \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_{cx}}{r_x}\right)^2} \\ &= \frac{3,14^2 \times 200000}{46,15^2} \\ &= 925,86 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

#### 4) Perhitungan tekuk torsi - lentur arah sumbu Y

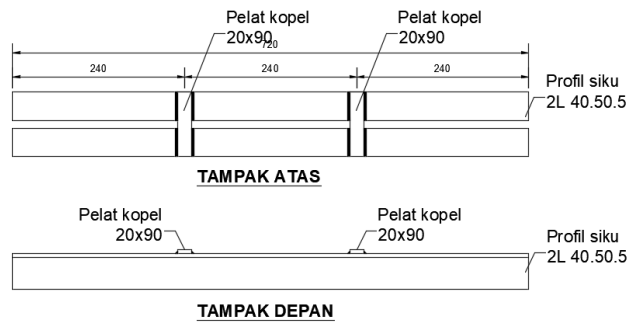
- Perhitungan jari-jari girasi penampang tersusun

$$\begin{aligned} I_y &= 2 (I_y + A_g \times e^2) \\ &= 2 (5,89 + 4,25 \times 1,57^2) \\ &= 32,73 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana } e &= \bar{x} + 0,5 t_{\text{pelat buhul}} \\ &= 10,7 + 0,5 \times 10 = 15,7 \text{ mm} = 1,57 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_y &= \sqrt{\frac{I_y}{2A_g}} \\ &= \sqrt{\frac{32,73}{8,5}} \\ &= 3,85 \text{ cm} \\ &= 38,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Factor kelangsingan modifikasi untuk penampang tersusun  
Jarak pelat kopel (a) = 240 mm



$$\frac{a}{r_i} = \frac{240}{10,7} = 22,42 < 40 \text{ (} r_i \text{ adalah jari-jari girasi terkecil)}$$

$$\begin{aligned} \frac{L_{cy}}{r_y} &= \frac{L_{cy}}{r_y} \\ &= \frac{k \times L}{r_y} \\ &= \frac{1 \times 720}{38,5} \\ &= 18,7 \end{aligned}$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135,96$$

- Kontribusi tekuk lentur  
Faktor kelangsingan arah-Y

$$\frac{L_{cy}}{r_y} = 18,7$$

Tegangan kritis arah-Y

$$\frac{L_{cy}}{r_y} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

$$= \left(0,658 \frac{240}{5639,05}\right) 240$$

$$= 235,76 \text{ Mpa}$$

$$\text{Diamana } F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_{cy}}{r_y}\right)^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \times 200000}{18,7^2}$$

$$= 5639,05 \text{ N}$$

- Kontribusi tekuk torsi

$$F_{ez} = \left( \frac{\pi^2 E}{lcz^2} + G.J \right) \frac{1}{A_g \bar{r}_0^2}$$

$$= \left( \frac{3,14^2 \times 200000}{750^2} + 77200 \times 7083,33 \right) \frac{1}{850 \times 1926,32}$$

$$= 333,97 \text{ N}$$

Dimana,

$$G = 77200 \text{ Mpa}$$

$$J = 2 \frac{1}{3} [b \cdot t^3 + (d - t)t^3]$$

$$= 2 \frac{1}{3} [40 \cdot 5^3 + (50 - 5) \cdot 5^3]$$

$$= 2 \frac{1}{3} [5000 + 5625]$$

$$= 7083,33 \text{ mm}^4$$

$$\bar{r}_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + \frac{lx+ly}{A_g}$$

$$= 0^2 + 13,1^2 + \frac{104000 + 1387500}{850}$$

$$= 1926,32 \text{ mm}^2$$

$$y_0 = \bar{y} - 0,5t = 15,6 - 0,5 \times 5 = 13,1 \text{ mm}$$

- Kombinasi tekuk torsi-lentur

$$H = 1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{\bar{r}_0^2}$$

$$= 1 - \frac{0 + 13,1^2}{1926,32}$$

$$= 0,91$$

$$F_e = \left( \frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[ \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right]$$

$$= \left( \frac{5639,05 + 333,97}{2 \times 0,91} \right) \left[ \sqrt{1 - \frac{4 \times 5639,05 \times 333,97 \times 0,91}{(5639,05 + 333,97)^2}} \right]$$

$$= 3281,88 \times \sqrt{1 - 0,2}$$

$$= 3281,88 \times 0,8$$

$$= 2625,50 \text{ N}$$

Tegangan kritis  $F_{cr}$ ,

$$\frac{F_e}{F_y} = \frac{2625,50}{240} = 10,94 > 2,25$$

$$F_{cr} = 0,877 F_e$$

$$= 0,877 \times 2625,50 \text{ N}$$

$$= 2302,56 \text{ N}$$

- Kekuatan tekan nominal

$$P_n = F_{cr} \times A_g$$

$$= 235,76 \times 850$$

$$= 200396 \text{ N}$$

Kuat tekan desain

$$\phi P_n > P_n$$

$$0,9 \times 200396 \text{ N} > 100886,75 \text{ N}$$

$$180356,4 \text{ N} > 100886,75 \text{ N}$$

$$\text{Rasio} = 0,559 < 1 \dots \dots \dots \text{Ok}$$

## 2. Profil siku L 40.50.5

Profil siku L 40.50.5 digunakan pada section 3, section 4 dan section 5.

$$\text{Mutu} = \text{Baja BJ-37}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$f_u = 370 \text{ MPa}$$

$$A_g = 425 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 10,40 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 5,89 \text{ cm}^4$$

$$r_x = e_x = 1,56 \text{ cm}$$

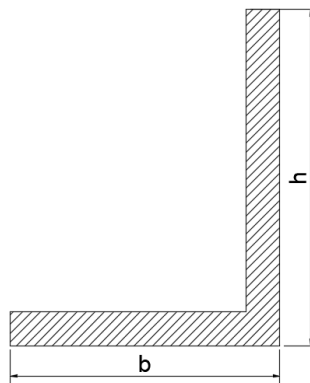
$$r_y = e_y = 1,07 \text{ cm}$$

$$k = 1 \text{ (sendi-send)}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$b = 40 \text{ mm}$$



$$h = 50 \text{ mm}$$

**a. Kontrol terhadap Tarik**

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya batang tarik maksimum dari section 3 dan section 4 dan section 5.

- Section 3 → Tu = 37416,3 N .....(SAP2000)
- Section 4 → Tu = 48704,32 N .....(SAP2000)
- Section 5 → Tu = 37037,33 N .....(SAP2000)

Digunaka Tu = 48704,32 N (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya batang tarik yang lebih maksimum.

1) Cek terhadap kuat leleh

$$\begin{aligned} P_n &= \phi_t \times 425 \times F_y \\ &= 0,9 \times 425 \times 240 \\ &= 91800 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekutan

$$91800 \text{ N} > 48515,09 \text{ N}$$

2) Cek terhadap kuat putus

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (\phi_{\text{lubang}} + t) \\ &= 425 - (14 \times 5) \\ &= 355 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_e = A_n \times U \quad (U= 0.80 \text{ Tabel D3.1})$$

$$= 355 \times 0,80$$

$$= 284 \text{ mm}^2$$

$$P_n = \phi_t \times A_e \times F_u$$

$$= 0,75 \times 284 \times 370$$

$$= 78810 \text{ N}$$

Cek syarat kekuatan

$$78810 \text{ N} > 48515,09 \text{ N}$$

Maka, diambil  $P_n$  yang terkecil yaitu 78810 N

$$\text{Syarat, } \frac{T_u}{P_n} = \frac{48515,09 \text{ N}}{78810 \text{ N}} = 0,615 < 1 \dots \text{Ok}$$

### b. Kontrol terhadap Tekan

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya batang tekan maksimum dari section 3 dan section 4 dan section 5.

- Section 3  $\rightarrow P_u = 37082,68 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{SAP2000})$
- Section 4  $\rightarrow P_u = 48481,66 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{SAP2000})$
- Section 5  $\rightarrow P_u = 32150,59 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{SAP2000})$

Digunakan  $P_u = 48481,66 \text{ N}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya batang tekan yang lebih maksimum.

#### 1) Kelangsingan Penampang..... (Tabel B4.1a SNI 1729:2020)

$$(b/t) \leq 0,45 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$50/5 \leq 0,45 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$10 \leq 12,990 \dots \dots \dots (\text{Penampang tidak langsing})$$

#### 2) Perhitngn tekuk lentur arah sumbu y

$$r_a = 10,7$$

$$\frac{L}{r_a} = \frac{500}{15,6} = 32,05$$

$$\frac{L}{r_a} < 80$$

$$\frac{Lc}{r} = 72 + 0,75 \frac{L}{r_y}$$

$$= 72 + 0,75 (32,05)$$



$$= 96,04 \text{ Mpa}$$

3) Perhitungn tekuk elastis

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \times 200000}{96,04^2}$$

$$= 231,83 \text{ Mpa}$$

4) Tegangan kritis

$$\frac{L_c}{r} = 96,04 \text{ Mpa}$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135,96$$

$$\frac{L_c}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

$$= \left(0,658 \frac{240}{231,83}\right) 240$$

$$= 155,62 \text{ Mpa}$$

• Kekuatan tekan nominal

$$P_n = F_{cr} \times A_g$$

$$= 155,62 \times 425$$

$$= 66139,96 \text{ N}$$

Kuat tekan desain

$$\phi P_n > P_n$$

$$0,9 \times 66139,96 \text{ N} > 48515,09 \text{ N}$$

$$59525,97 \text{ N} > 48515,09 \text{ N}$$

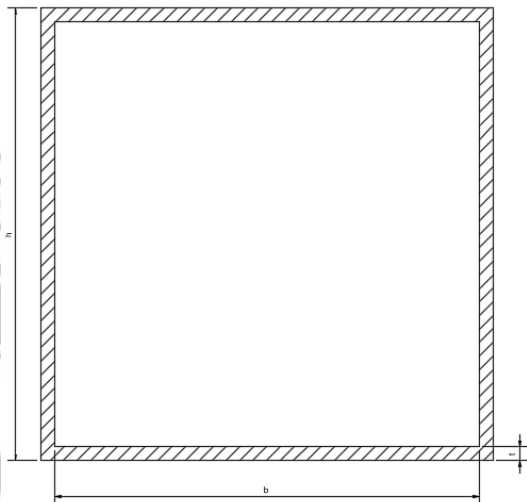
$$\text{Rasio} = 0,815 < 1 \dots \dots \dots \text{Ok}$$

**B. Profil Hollow 75.75.2,3 dan Profil Hollow 50.50.1,6 dan**

Setelah melakukan pendekatan desain penampang di SAP2000 didapatkan hasil penampang yaitu Profil hollow 75.75.2,3 pada section 1 dan section 2 dan Profil hollow pada section 3, section 4 dan section 5 yang akan dikontrol dengan cara manual dengan menggunakan gaya batang maksimum dari setiap penampang.

**1. Profil Hollow 75.75.2,3**

- Mutu = Baja BJ-37
- $f_y = 240 \text{ MPa}$
- $f_u = 370 \text{ MPa}$
- $A_g = 668,84 \text{ mm}^2$
- $I_x=I_y = 57,10 \text{ cm}^4$
- $r_x=r_y = 2,95 \text{ cm}$
- $k = 1 \text{ (sendi-send)}$
- $E = 200000 \text{ MPa}$
- $t = 2,3 \text{ mm}$
- $b = 70,4 \text{ mm}$
- $h = 75 \text{ mm}$



**a. Kontrol terhadap Tarik**

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya batang tarik maksimum dari section 1 dan section 2

- Section 1 →  $T_u = 100520,75 \text{ N}$  .....(SAP2000)
- Section 2 →  $T_u = 72927,21 \text{ N}$  .....(SAP2000)

Digunaka  $T_u = 100520,75 \text{ N}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya batang tarik yang lebih maksimum.

1. Cek terhadap kuat leleh

$$P_n = \phi \times A_g \times F_y$$

$$= 0,9 \times 668,84 \times 240$$

$$= 144469,44 \text{ N}$$

Cek syarat kekuatan batang

$$P_n > T_u$$

$$144469,44 \text{ N} > 100520,75 \text{ N}$$

2. Cek terhadap kuat putus

$$A_n = A_g - (2 \times \phi_{\text{lubang}} \times t)$$

$$= 668,84 - (2 \times 14 \times 2,3)$$

$$= 604,44 \text{ mm}^2$$

$$A_e = A_n \times U \quad (U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} \text{ Tabel D3.1})$$

$$= 604,44 \times 0,98$$

$$= 1 - \frac{10}{720} = 0,98$$

$$= 592,35 \text{ mm}^2$$

$$\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)} = \frac{60^2}{4(60+30)} = 10$$

$$P_n = \phi_t \times A_e \times F_u$$

$$= 0,75 \times 592,35 \times 370$$

$$= 164377,458 \text{ N} > 100520,75 \text{ N}$$

Maka, diambil  $P_n$  yang terkecil yaitu 144469,44 N

$$\text{Syarat, } \frac{T_u}{P_n} = \frac{100520,75 \text{ N}}{144469,44 \text{ N}} = 0,70 < 1 \dots \text{Ok}$$

#### b. Kontrol terhadap Tekan

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya tekan batang maksimum dari section 1 dan section 2

- Section 1 →  $P_u = 99553,33 \text{ N}$  (L=720 mm)..... (SAP2000)
- Section 2 →  $P_u = 72216,4 \text{ N}$  (L=720 mm)..... (SAP2000)

Digunakan  $P_u = 99553,33 \text{ N}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya Tekan batang yang lebih maksimum.

a. Kelangsingan Penampang..... (Tabel B4.1a SNI 1729:2020)

$$(b/t) \leq 1,40 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$75/2,3 \leq 1,40 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$32,60 \leq 40,41 \dots \dots \dots \text{(Penampang tidak langsing)}$$

Periksa kelangsingan batang

Kondisi tumpuan sendi-sendi  $K = 1$

b. Analisis Tekuk lentur

$$\frac{L_c}{r} = \frac{k.L}{r} = \frac{1 \times 720}{29,5} = 24,41$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \times 200000}{24,41^2}$$

$$= \frac{1971920}{595,85}$$

$$= 3309,42 \text{ N}$$

c. Tegangan kritis  $F_{cr}$ , ditrntukan sebagai berikut

$$\frac{L_c}{r} = 24,41$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135,96$$

$$\frac{L_{cy}}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

$$= \left(0,658 \frac{240}{3309,42}\right) 240$$

$$= 232,82 \text{ Mpa}$$

d. Kekuatan tekan nominal

$$\begin{aligned} P_n &= F_{cr} \times A_g \\ &= 232,82 \times 668,84 \\ &= 155723,751 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat tekan desain

$$\begin{aligned} \phi P_n &> P_n \\ 0,9 \times 155723,751 \text{ N} &> 99553,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$140151,376 \text{ N} > 99553,33 \text{ N}$$

$$\text{Rasio} = 0,710 < 1 \dots \text{Ok}$$

## 2. Profil Hollow 50.50.1,6

Mutu = Baja BJ-37

$f_y$  = 240 MPa

$f_u$  = 370 MPa

$A_g$  = 309,76 mm<sup>2</sup>

$I_x = I_y$  = 11,70 cm<sup>4</sup>

$r_x = r_y$  = 1,96 cm

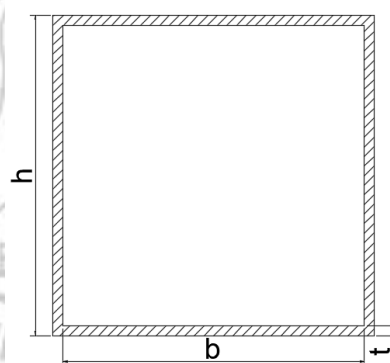
$k$  = 1 (sendi-sendi)

$E$  = 200000 MPa

$t$  = 1,6 mm

$b$  = 46,8 mm

$h$  = 50 mm



### a. Kontrol terhadap Tarik

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya batang tarik maksimum dari section 3, section 4, dan section 5.

- Section 3 → Tu = 37149,56 N .....(SAP2000)
- Section 4 → Tu = 48078,96 N.....(SAP2000)
- Section 5 → Tu = 37002,96 N .....(SAP2000)

Digunaka Tu = 48078,96 N (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya batang tarik yang lebih maksimum.

3. Cek terhadap kuat leleh

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi \times A_g \times F_y \\
 &= 0,9 \times c \times 240 \\
 &= 66908,16 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan batang

$$\begin{aligned}
 P_n &> T_u \\
 66908,16 \text{ N} &> 48078,96 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4. Cek terhadap kuat putus

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - (2 \times \phi_{\text{lubang}} \times t) \\
 &= 309,76 - (2 \times 14 \times 1,6) \\
 &= 264,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \quad (U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} \text{ Tabel D3.1}) \\
 &= 264,96 \times 0,98 \qquad \qquad \qquad = 1 - \frac{10}{720} = 0,98
 \end{aligned}$$

$$= 259,66 \text{ mm}^2 \qquad \qquad \bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)} = \frac{60^2}{4(60+30)} = 10$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi_t \times A_e \times F_u \\
 &= 0,75 \times 259,66 \times 370 \\
 &= 72055,872 \text{ N} > 48078,96 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka, diambil  $P_n$  yang terkecil yaitu 66908,16 N

$$\text{Syarat, } \frac{T_u}{P_n} = \frac{48078,96 \text{ N}}{66908,16 \text{ N}} = 0,72 < 1 \dots \text{Ok}$$

**c. Kontrol terhadap Tekan**

Diambil masing-masing batang(frame) dengan gaya tekan batang maksimum dari section 3, section 4, dan section 5.

- Section 3 →  $P_u = 36815,93 \text{ N (L=500 mm)} \dots \text{(SAP2000)}$
- Section 4 →  $P_u = 47856,30 \text{ N (L=500 mm)} \dots \text{(SAP2000)}$
- Section 5 →  $P_u = 32122,59 \text{ N (L=700 mm)} \dots \text{(SAP2000)}$

Digunaka  $P_u = 47856,30 \text{ N}$  dengan  $L=500 \text{ mm}$  (SAP2000) sebagai perbandingan tahanan hasil desain karena memiliki gaya Tekan batang yang lebih maksimum.

**a. Kelangsingan Penampang..... (Tabel B4.1a SNI 1729:2020)**

$$(b/t) \leq 1,40 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$46,8/1,6 \leq 1,40 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$29,25 \leq 40,41 \dots \text{(Penampang tidak langsing)}$$

Periksa kelangsingan batang

Kondisi tumpuan sendi-sendi  $K = 1$

**b. Analisis Tekuk lentur**

$$\frac{L_c}{r} = \frac{k.L}{r} = \frac{1 \times 500}{19,6} = 25,51$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \times 200000}{25,51^2}$$

$$= \frac{1971920}{650,76}$$

$$= 3030,18 \text{ N}$$

c. Tegangan kritis  $F_{cr}$ , ditentukan sebagai berikut

$$\frac{L_c}{r} = 25,51$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135,96$$

$$\frac{L_{cy}}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\begin{aligned} F_{cr} &= \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y \\ &= \left(0,658 \frac{240}{3030,18}\right) 240 \\ &= 232,17 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

d. Kekuatan tekan nominal

$$\begin{aligned} P_n &= F_{cr} \times A_g \\ &= 232,17 \times 309,76 \\ &= 71918,41 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat tekan desain

$$\begin{aligned} \phi P_n &> P_n \\ 0,9 \times 71918,41 \text{ N} &> 47856,30 \text{ N} \end{aligned}$$

$$64726,567 \text{ N} > 47856,30 \text{ N}$$

$$\text{Rasio} = 0,740 < 1 \dots \dots \dots \text{Ok}$$







## **LAMPIRAN 2**

### **DESAIN SAMBUNGAN**

#### **A. Sambungan Baut Pada Titik Buhul Rangka Profil Siku**

## 1. Sambungan baut pada Titik Buhul Profil Siku 2L 40.50.5

### a. Propertis Penampang dan Material

#### ➤ Pelat Buhul

Tebal Pelat Buhul = 10 mm

Mutu Pelat Buhul = BJ 37

#### ➤ Profil 2L 40.50.5

Mutu = Baja BJ-37

$f_y$  = 240 MPa

$f_u$  = 370 MPa

$A_g$  = 850 mm<sup>2</sup>

$I_x=I_y$  = 110 mm<sup>4</sup>

$i_x=i_y$  = 15,1 mm

$e$  = 14 mm

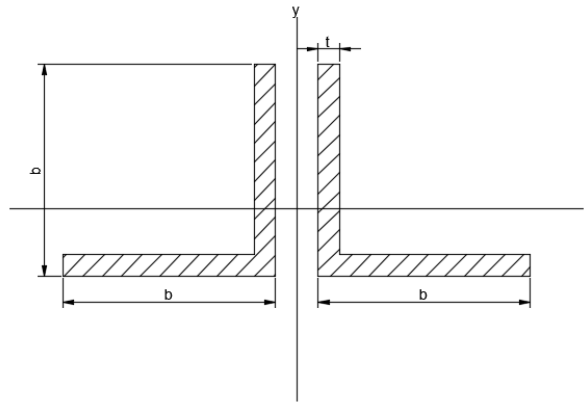
$k$  = 1 (sendi-sendiri)

$E$  = 200000 MPa

$t$  = 5 mm

$b$  = 50 mm

$h$  = 40 mm



#### ➤ Baut

Mutu = A325 (Ulir di area geser)

$\phi_{\text{baut}}$  = 12 mm

$\phi_{\text{lubang}}$  = 14 mm

$F_{nt}$  = 620 MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)

$F_{nv}$  = 372 MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)

### b. Menghitung Kekuatan Baut

#### ➤ Kekuatan geser baut

$R_n$  =  $\phi \cdot F_{nv} \cdot A_b$

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 372 \times \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \\
 &= 279 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2\right) \\
 &= 279 \times 113,04 \\
 &= 31536,16 \text{ N / baut}
 \end{aligned}$$

Dua bidang geser

$$\begin{aligned}
 R_n &= 2 \times 31536,16 \text{ N} \\
 &= 63072,32 \text{ N}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Kebutuhan Baut

Tahanan nominal penampang/kekuatan geser penampang

$$n = \frac{T_u}{R_n} = \frac{100886,75 \text{ N}}{63072,32 \text{ N}} = 1,59 \approx 2 \text{ buah baut}$$

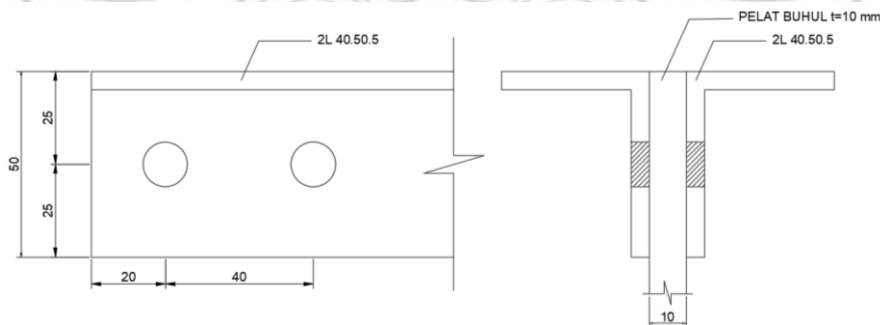
- Jarak Spasi minimum (s)

$$S = 3d_b = 3 \cdot 12 = 36 \approx 40 \text{ mm}$$

- Jarak Tepi minimum ( $l_e$ )

$$\begin{aligned}
 l_e &= \frac{1}{2} s \\
 &= \frac{1}{2} 40 \\
 &= 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Tata letak Baut



d. Cek Kekuatan Nominal Sambungan

- Cek kekuatan geser baut

$$\begin{aligned}
 R_n &= \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b \\
 &= 0,75 \times 372 \times \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \\
 &= 279 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2\right)
 \end{aligned}$$

$$= 279 \times 113,04$$

$$= 31536,16 \text{ N / baut}$$

Dua bidang geser

$$R_n = 2 \times 31536,16 \text{ N}$$

$$= 63072,32 \text{ N}$$

Digunakan dua baut

$$R_n = 2 \times 63072,32 \text{ N}$$

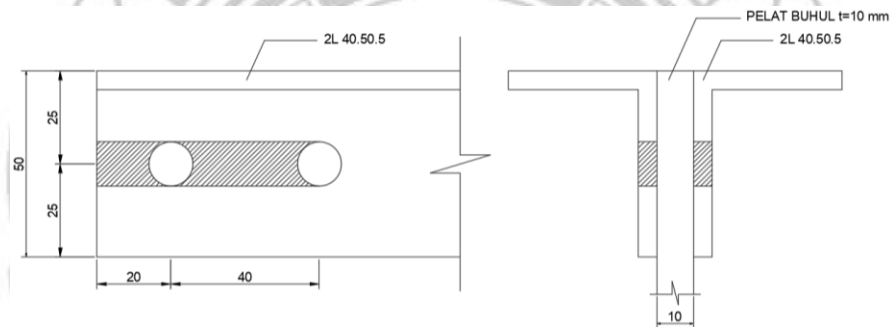
$$= 126144,62 \text{ N}$$

Cek syarat kekuatan baut

$$R_n > T_u$$

$$126144,62 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

➤ Cek kekuatan tumpu nominal



$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

Baut no. 1:

$$R_{n1} = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

$$= 1,2 \times (20 - \frac{1}{2} \cdot 14) \times 5 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 5 \times 370$$

$$= 28860 \leq 53280 \text{ N}$$

Baut no. 2:

$$R_{n2} = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

$$= 1,2 \times (40 - 14) \times 5 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 5 \times 370$$

$$= 57720 \leq 53280 \text{ N}$$

Jumlah kekuatan tumpu

$$R_n = R_{n1} + R_{n2}$$

$$= 28860 + 53280$$

$$= 82140 \text{ N}$$

Du bidang geser

$$R_n = 2 \times 82140 \text{ N}$$

$$=164280 \text{ N}$$

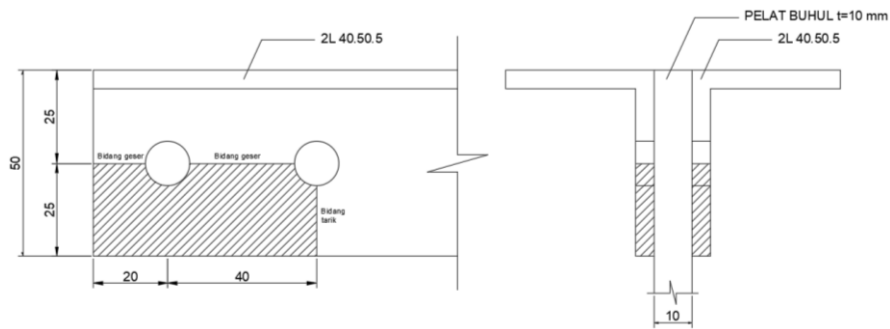
Cek syarat kekuatan tumpu

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 164280 \text{ N} > 100886,75 \text{ N}$$

$$123210 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}$$

➤ Cek Kekuatan Block Shear



Nilai propertis

$$A_{gv} = (40+20) \times t_p = 60 \times 5 = 300 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = 25 \times t_p = 25 \times 5 = 125 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{nv} &= A_{gv} - nDt \\ &= 300 - (1,5 \times \phi_{\text{lubang}} \times t_p) \\ &= 300 - (1,5 \times 14 \times 5) \\ &= 195 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{nt} &= A_{gt} - nDt \\ &= 125 - (0,5 \times \phi_{\text{lubang}} \times t_p) \\ &= 125 - (0,5 \times 14 \times 5) \\ &= 90 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= (0,60F_u A_{nv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \leq (0,60F_y A_{gv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \\ &= (0,60 \times 370 \times 195) + (1 \times 370 \times 90) \\ &\leq (0,60 \times 240 \times 300) + (1 \times 370 \times 90) \\ &= 43290 + 33300 \leq 43200 + 33300 \\ &= 76590 \text{ N} \leq 76500, \text{ nilai melebihi sehingga cukup ambil nilai batas} \end{aligned}$$

max, sehingga di ambil nilai  $R_n = 76500 \text{ N}$

Dua bidang geser

$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 76500 \text{ N} \\ &= 153000 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan Block Shear

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 153000 \text{ N} > 55035,33 \text{ N}$$

$$114750 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}$$



## 2. Sambungan baut pada Titik Buhul Profil Siku L 40.50.5

### a. Propertis Penampang dan Material

➤ Pelat Buhul

Tebal Pelat Buhul = 5 mm

Mutu Pelat Buhul = BJ 37

➤ Profil L 40.50.5

Mutu = Baja BJ-37

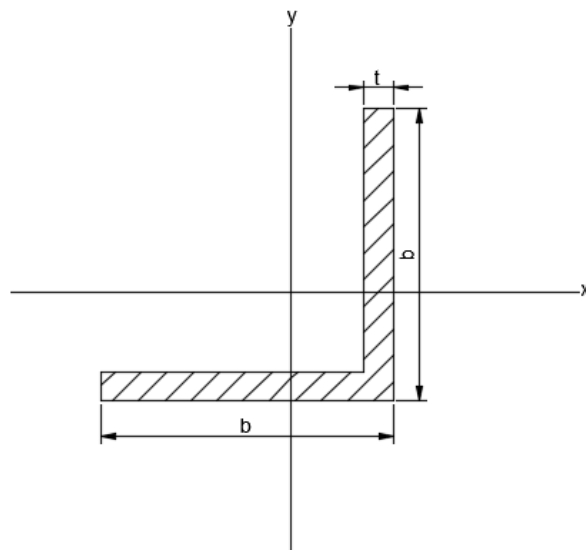
$f_y$  = 240 MPa

$f_u$  = 370 MPa

$A_g$  = 475 mm<sup>2</sup>

$I_x=I_y$  = 110 mm<sup>4</sup>

$i_x=i_y$  = 15,1 mm



$$e = 14 \text{ mm}$$

$$k = 1 \text{ (sendi-sendi)}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$h = 40 \text{ mm}$$

➤ **Baut**

$$\text{Mutu} = \text{A325 (Ulir di area geser)}$$

$$\varnothing_{\text{baut}} = 12 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{lubang}} = 14 \text{ mm}$$

$$F_{nt} = 620 \text{ MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)}$$

$$F_{nv} = 372 \text{ MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)}$$

b. **Menghitung Kekuatan Baut**

➤ **Kekuatan geser baut**

$$R_n = \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b$$

$$= 0,75 \times 372 \times \left(\frac{1}{4} \pi d^2\right)$$

$$= 279 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2\right)$$

$$= 279 \times 113,04$$

$$= 31536,16 \text{ N / baut}$$

c. **Menghitung Kebutuhan Baut**

Tahanan nominal penampang/kekuatan geser penampang

$$n = \frac{T_u}{R_n} = \frac{48704,32 \text{ N}}{31536,16 \text{ N}} = 1,54 \approx 2 \text{ buah baut}$$

➤ **Jarak Spasi minimum (s)**

$$S = 3d_b = 3 \cdot 12 = 36 \approx 40 \text{ mm}$$

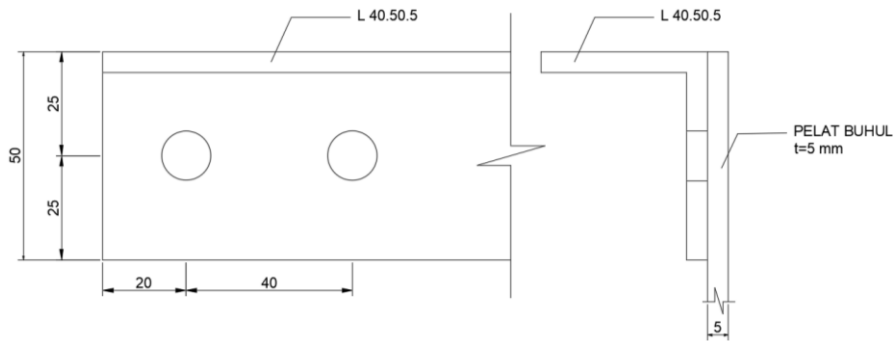
➤ **Jarak Tepi minimum (l<sub>c</sub>)**

$$l_c = \frac{1}{2} s$$

$$= \frac{1}{2} 40$$

$$= 20 \text{ mm}$$

➤ Tata letak Baut



d. Cek Kekuatan Nominal Sambungan

➤ Cek kekuatan geser baut

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b \\ &= 0,75 \times 372 \times \left(\frac{1}{4} \pi d^2\right) \\ &= 279 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2\right) \\ &= 279 \times 113,04 \\ &= 31536,16 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

Digunakan dua baut

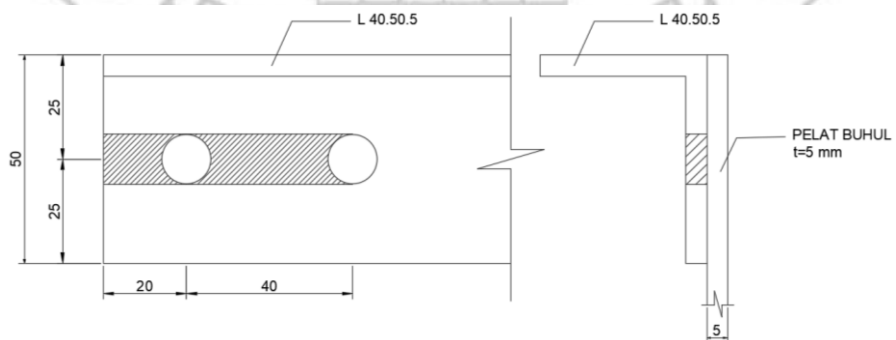
$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 31536,16 \text{ N} \\ &= 63072,32 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan baut

$$R_n > T_u$$

$$63072,32 \text{ N} > 48704,32 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}$$

➤ Cek kekuatan tumpu nominal



$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

Baut no. 1:

$$\begin{aligned} R_{n1} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times \left(20 - \frac{1}{2} \cdot 14\right) \times 5 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 5 \times 370 \end{aligned}$$



$$= 28860 \leq 53280 \text{ N}$$

Baut no. 2:

$$\begin{aligned} R_{n2} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times (40-14) \times 5 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 5 \times 370 \\ &= 57720 > 53280 \text{ N} \end{aligned}$$

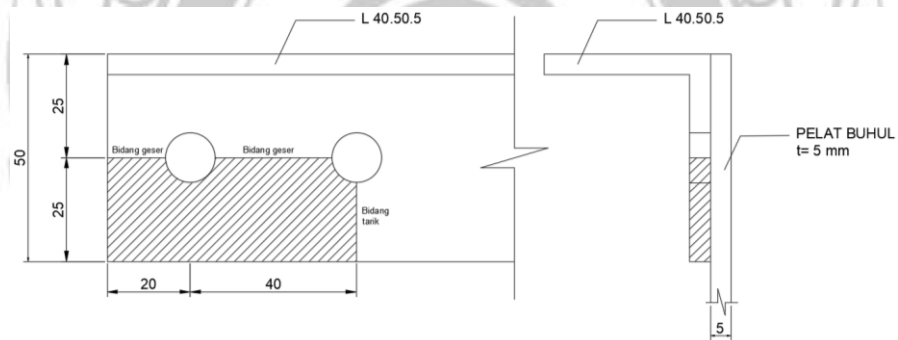
Jumlah kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} R_n &= R_{n1} + R_{n2} \\ &= 28860 + 53280 \\ &= 82140 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} \phi R_n &> T_u \\ 0,75 \times 82140 \text{ N} &> 48704,32 \text{ N} \\ 61605 \text{ N} &> 48704,32 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK} \end{aligned}$$

➤ Cek Kekuatan Block Shear



Nilai propertis

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (40+20) \times t_p = 60 \times 5 = 300 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= 25 \times t_p = 25 \times 5 = 125 \text{ mm}^2 \\ A_{nv} &= A_{gv} - nDt \\ &= 300 - (1,5 \times \phi_{\text{lubang}} \times t_p) \\ &= 300 - (1,5 \times 14 \times 5) \\ &= 195 \text{ mm}^2 \\ A_{nt} &= A_{gt} - nDt \\ &= 125 - (0,5 \times \phi_{\text{lubang}} \times t_p) \\ &= 125 - (0,5 \times 14 \times 5) \\ &= 90 \text{ mm}^2 \\ R_n &= (0,60F_u A_{nv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \leq (0,60F_y A_{gv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (0,60 \times 370 \times 195) + (1 \times 370 \times 90) \\
&\leq (0,60 \times 240 \times 300) + (1 \times 370 \times 90) \\
&= 43290 + 33300 \leq 43200 + 33300 \\
&= 76590 \text{ N} \leq 76500, \text{ nilai melebihi sehingga cukup ambil nilai batas}
\end{aligned}$$

max, sehingga di ambil nilai  $R_n = 76500 \text{ N}$

Cek syarat kekuatan Block Shear

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 76500 \text{ N} > 48704,32 \text{ N}$$

$$57375 \text{ N} > 48704,32 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}$$

**B. Sambungan Baut Pada Titik Buhul Rangka Profil Hollow**

**1. Sambungan baut da Titik Buhul Profil Hollow 75.75.2,3**

a. Propertis Penampang dan Material

➤ Pelat Buhul

Tebal Pelat Buhul = 3 mm

Mutu Pelat Buhul = BJ 37

➤ Profil Hollow 75.75.2,3

➤ Mutu= Baja BJ-37

➤  $f_y = 240 \text{ MPa}$

➤  $f_u = 370 \text{ MPa}$

➤  $A_g = 668,84 \text{ mm}^2$

➤  $I_x=I_y = 57,10 \text{ cm}^4$

➤  $r_x=r_y = 2,95 \text{ cm}$

➤  $k = 1$  (sendi-send)

➤  $E = 200000 \text{ MPa}$

➤  $t = 2,3 \text{ mm}$

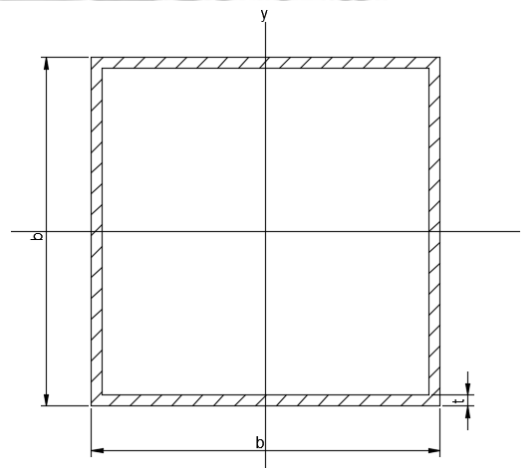
➤  $b = 70,4 \text{ mm}$

➤  $h = 75 \text{ mm}$

➤ Baut

Mutu = A325 (Ulir di area geser)

$\phi_{\text{baut}} = 12 \text{ mm}$



$$\phi_{\text{lubang}} = 14 \text{ mm}$$

$$F_{nt} = 620 \text{ MPa (Tabel J3.2, SNI 1729_2020)}$$

$$F_{nv} = 372 \text{ MPa (Tabel J3.2, SNI 1729_2020)}$$

b. Menentukan jumlah kebutuhan baut

➤ Kekuatan geser baut

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b \\ &= 0,75 \times 372 \times \left(\frac{1}{4} \pi d^2\right) \\ &= 279 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2\right) \\ &= 279 \times 113,04 \\ &= 31536,16 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

Dua bidang geser

$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 31536,16 \text{ N} \\ &= 63072,32 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

➤ Kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} R_{n1} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times \left(30 - \frac{1}{2} \cdot 14\right) \times 2,3 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 2,3 \times 370 \\ &= 23487,6 \text{ N} \leq 24508,8 \text{ N} \end{aligned}$$

Dua bidang geser

$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 23487,6 \text{ N} \\ &= 46975,2 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

c. Menghitung Kebutuhan Baut

Tahanan nominal penampang/kekuatan geser penampang

$$n = \frac{T_u}{R_n} = \frac{101026,39 \text{ N}}{46975,2 \text{ N}} = 2,15 \approx 3 \text{ buah baut}$$

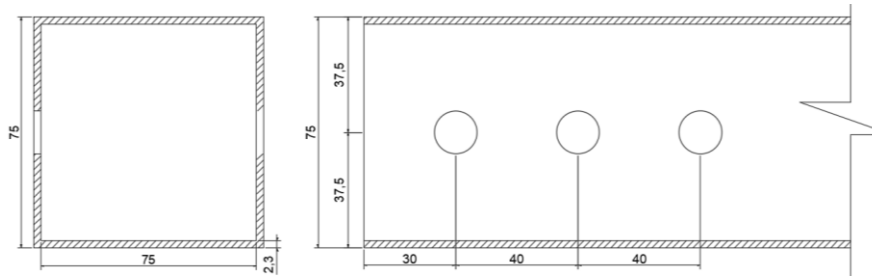
➤ Jarak Spasi minimum (s)

$$S = 3d_b = 3 \cdot 12 = 36 \approx 40 \text{ mm}$$

➤ Jarak Tepi minimum ( $l_e$ )

$$\begin{aligned} l_e &= \frac{1}{2} s \\ &= \frac{1}{2} \cdot 40 + 10 \\ &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Tata letak Bau



d. Cek Kekuatan Nominal Sambungan

- Cek kekuatan geser baut

$$\begin{aligned}
 R_n &= \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b \\
 &= 0,75 \times 372 \times \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \\
 &= 279 \times \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 \right) \\
 &= 279 \times 113,04 \\
 &= 31536,16 \text{ N}
 \end{aligned}$$

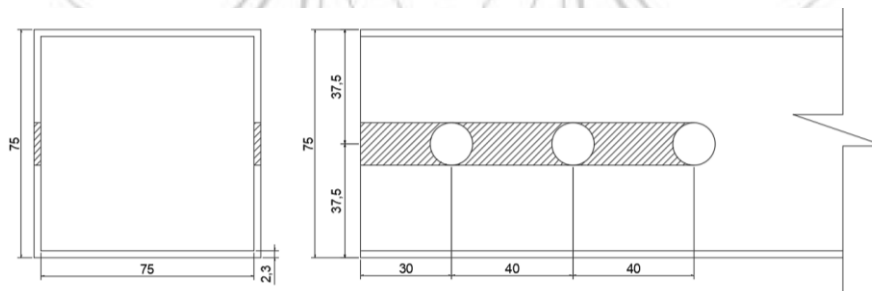
Dua bidang geser

$$\begin{aligned}
 R_n &= 2 \times 31536,16 \text{ N} \\
 &= 63072,32 \text{ N/baut}
 \end{aligned}$$

Digunakan tiga baut

$$\begin{aligned}
 R_n &= 3 \times 63072,32 \text{ N} \\
 &= 189216,96 \text{ N} > 100520,75 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

- Cek kekuatan tumpu dan sobek



$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

Baut no. 1:

$$\begin{aligned}
 R_{n1} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\
 &= 1,2 \times \left( 30 - \frac{1}{2} \cdot 14 \right) \times 2,3 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 2,3 \times 370 \\
 &= 23487,6 \leq 24508,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Baut no. 2:

$$\begin{aligned}
 R_{n2} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\
 &= 1,2 \times (40 - 14) \times 2,3 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 2,3 \times 370
 \end{aligned}$$

$$= 26551,2 \leq 24508,8 \text{ N}$$

Baut no. 3:

$$\begin{aligned} Rn3 &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot Fu \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot Fu \\ &= 1,2 \times (40 - 14) \times 2,3 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 2,3 \times 370 \\ &= 26551,2 \leq 24508,8 \text{ N} \end{aligned}$$

Jumlah kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} Rn &= Rn1 + Rn2 + Rn3 \\ &= 23487,6 + 24508,8 \text{ N} + 24508,8 \text{ N} \\ &= 72505,2 \text{ N} \end{aligned}$$

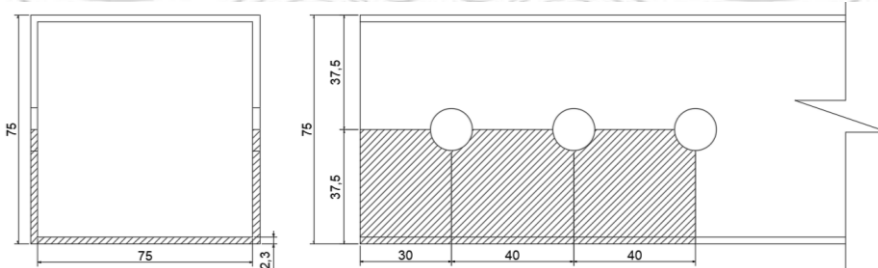
Dua bidang geser

$$\begin{aligned} Rn &= 2 \times 72505,2 \text{ N} \\ &= 145010,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} \phi Rn &> Tu \\ 0,75 \times 145010,4 \text{ N} &> 100520,75 \text{ N} \\ 108757,8 &> 100520,75 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK} \end{aligned}$$

➤ Cek Kekuatan Block Shear



Nilai propertis

$$\begin{aligned} Agv &= 2 (30+40+40) \times t_p = 220 \times 2,3 = 506 \text{ mm}^2 \\ Agt &= 2 (37,5)+70,4 \times t_p = 145,4 \times 2,3 = 334,42 \text{ mm}^2 \\ Anv &= Agv - nDt \\ &= 506 - (5 \times \phi_{lubang} \times t_p) \\ &= 506 - (5 \times 14 \times 2,3) \\ &= 345 \text{ mm}^2 \\ Ant &= Agt - nDt \\ &= 334,42 - (1 \times \phi_{lubang} \times t_p) \\ &= 334,42 - (1 \times 14 \times 2,3) \end{aligned}$$

$$= 302,22 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} R_n &= (0,60F_uA_{nv}) + (U_{bs} F_uA_{nt}) \leq (0,60F_yA_{gv}) + (U_{bs} \\ & \quad F_uA_{nt}) \\ &= (0,60 \times 240 \times 345) + (1 \times 370 \times 302,22) \\ & \leq (0,60 \times 240 \times 506) + (1 \times 370 \times 302,22) \\ &= 49680 + 111821,4 \leq 72864 + 111821,4 \\ &= 161471 \text{ N} \leq 184685,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan Block Shear

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 161471 \text{ N} > 100520,75 \text{ N}$$

$$121103,25 \text{ N} > 100520,75 \text{ N} \dots \dots \dots \text{OK}$$



## 2. Sambungan baut da Titik Buhul Profil Hollow 50.50.1,6

a. Propertis Penampang dan Material

➤ Pelat Buhul

Tebal Pelat Buhul = 2 mm

Mutu Pelat Buhul = BJ 37

➤ Profil Hollow 50.50.1,6

Mutu = Baja BJ-37

$f_y = 240$  MPa

$f_u = 370$  MPa

$A_g = 309,76$  mm<sup>2</sup>

$I_x=I_y = 11,70$  cm<sup>4</sup>

$r_x=r_y = 1,96$  cm

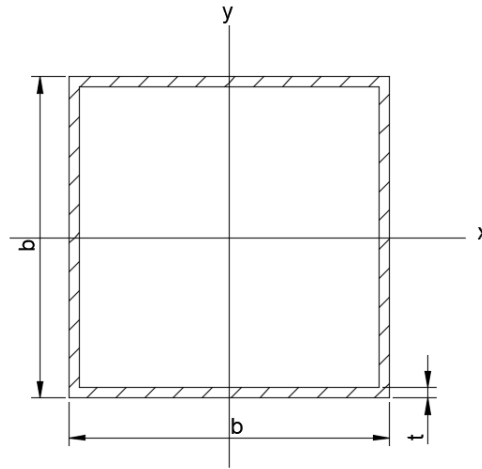
$k = 1$  (sendi-sendiri)

$E = 200000$  MPa

$t = 1,6$  mm

$b = 46,8$  mm

$h = 50$  mm



➤ Baut

Mutu = A325 (Ulir di area geser)

$\phi_{\text{baut}} = 12$  mm

$\phi_{\text{lubang}} = 14$  mm

$F_{nt} = 620$  MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)

$F_{nv} = 372$  MPa (Tabel J3.2, SNI 1729\_2020)

b. Menentukan jumlah kebutuhan baut

➤ Kekuatan geser baut

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b \\ &= 0,75 \times 372 \times \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \\ &= 279 \times \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 \right) \\ &= 279 \times 113,04 \\ &= 31536,16 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

Dua bidang geser

$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 31536,16 \text{ N} \\ &= 63072,32 \text{ N / baut} \end{aligned}$$

➤ Kekuatan tumpu dan sobek

$$\begin{aligned} R_{n1} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times \left( 30 - \frac{1}{2} 14 \right) \times 1,6 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 1,6 \times 370 \end{aligned}$$

$$= 16339,2 \text{ N} \leq 17049,6 \text{ N}$$

Dua bidang geser

$$R_n = 2 \times 16339,2 \text{ N}$$

$$= 32678,4 \text{ N / baut}$$

c. Menghitung Kebutuhan Baut

Tahanan nominal penampang/kekuatan geser penampang

$$n = \frac{T_u}{R_n} = \frac{48078,96 \text{ N}}{32678,4 \text{ N}} = 1,47 \approx 2 \text{ buah baut}$$

- Jarak Spasi minimum (s)

$$S = 3d_b = 3 \cdot 12 = 36 \approx 40 \text{ mm}$$

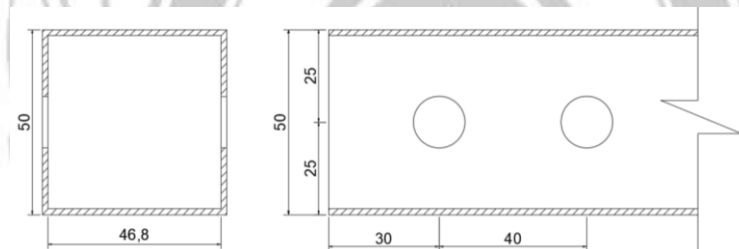
- Jarak Tepi minimum ( $l_e$ )

$$l_e = \frac{1}{2} s$$

$$= \frac{1}{2} 40 + 10$$

$$= 30 \text{ mm}$$

- Tata letak Bau



d. Cek Kekuatan Nominal Sambungan

- Cek kekuatan geser baut

$$R_n = \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b$$

$$= 0,75 \times 372 \times \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right)$$

$$= 279 \times \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 \right)$$

$$= 279 \times 113,04$$

$$= 31536,16 \text{ N}$$

Dua bidang geser

$$R_n = 2 \times 31536,16 \text{ N}$$

$$= 63072,32 \text{ N/ baut}$$

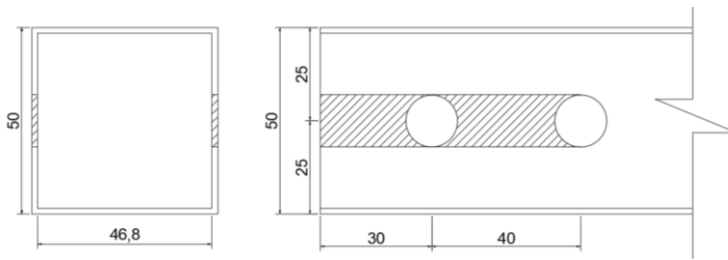
Digunakan dua baut

$$R_n = 2 \times 63072,32 \text{ N}$$

$$= 126144,64 \text{ N} > 48078,96 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Cek kekuatan tumpu dan sobek





$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

Baut no. 1:

$$\begin{aligned} R_{n1} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times \left( 30 - \frac{1}{2} \cdot 14 \right) \times 1,6 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 1,6 \times 370 \\ &= 16339,2 \text{ N} \leq 17049,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Baut no. 2:

$$\begin{aligned} R_{n2} &= 1,2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot F_u \leq 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u \\ &= 1,2 \times (40 - 14) \times 1,6 \times 370 \leq 2,4 \times 12 \times 1,6 \times 370 \\ &= 18470,4 > 17049,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Jumlah kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} R_n &= R_{n1} + R_{n2} \\ &= 16339,2 \text{ N} + 17049,6 \text{ N} \\ &= 33388,8 \text{ N} \end{aligned}$$

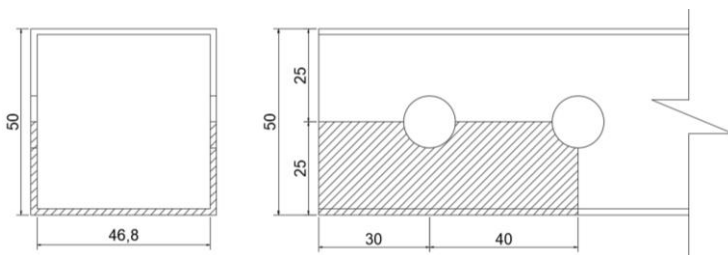
Dua bidang geser

$$\begin{aligned} R_n &= 2 \times 33388,8 \text{ N} \\ &= 66777,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek syarat kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} \phi R_n &> T_u \\ 0,75 \times 66777,6 \text{ N} &> 100520,75 \text{ N} \\ 50083,2 &> 48078,96 \text{ N} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

➤ Cek Kekuatan Block Shear



Nilai propertis

$$A_{gv} = 2(30+40) \times t_p = 140 \times 1,6 = 224 \text{ mm}^2$$

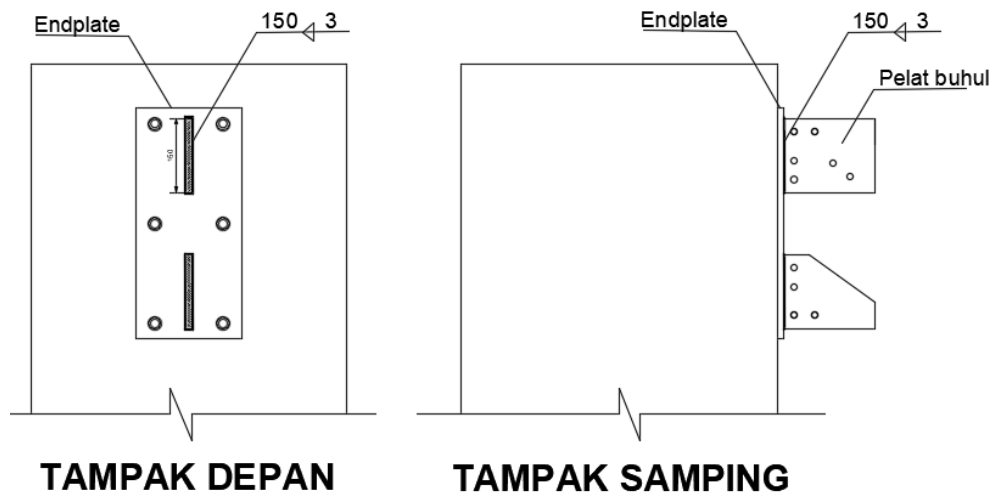
$$\begin{aligned}
A_{gt} &= 2(25) + 46,8 \times t_p = 96,8 \times 1,6 = 154,88 \text{ mm}^2 \\
A_{nv} &= A_{gv} - nDt \\
&= 224 - (3 \times \varnothing_{\text{lubang}} \times t_p) \\
&= 224 - (3 \times 14 \times 1,6) \\
&= 156,8 \text{ mm}^2 \\
A_{nt} &= A_{gt} - nDt \\
&= 154,88 - (1 \times \varnothing_{\text{lubang}} \times t_p) \\
&= 154,88 - (1 \times 14 \times 1,6) \\
&= 132,48 \text{ mm}^2 \\
R_n &= (0,60F_u A_{nv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \leq (0,60F_y A_{gv}) + (U_{bs} F_u A_{nt}) \\
&= (0,60 \times 240 \times 156,8) + (1 \times 370 \times 132,48) \\
&\leq (0,60 \times 240 \times 224) + (1 \times 370 \times 132,48) \\
&= 22579,2 + 49017,6 \leq 32256 + 49017,6 \\
&= 71596,8 \text{ N} \leq 81273,6 \text{ N} \\
\text{Cek syarat kekuatan Block Shear} \\
\phi R_n &> T_u \\
0,75 \times 71596,8 \text{ N} &> 48078,96 \text{ N} \\
53697,6 \text{ N} &> 48078,96 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}
\end{aligned}$$

**C. Sambungan pelat buhul ke Endplate menggunakan las**

**1. Sambungan pelat buhul ke endplate menggunakan las pada rangka siku**

Pelat buhul yang disambung ke Endplate menerima gaya tarik sebesar 101048,33 N (analisis SAP2000)

$$\begin{aligned}
t_{\text{pelat}} &= 10 \text{ mm} \\
A_g &= 1500 \text{ mm}^2 \\
L &= 150 \text{ mm}
\end{aligned}$$



1. Hitung properties dari sambungan las
  - Panjang kaki las (a) yang digunakan adalah 3 mm, sehingga tebal efektif las adalah

$$t_e = 0,707 \times 3 = 2,121 \text{ mm}$$

- Panjang las

$$L = 2 \times 150 = 300 \text{ mm}$$

2. Hitung luas efektif las

$$\begin{aligned} A_{we} &= t_e \times L \\ &= 2,121 \times 300 \\ &= 636,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Hitung kuat nominal

$$F_{E70xx} = 70 \text{ ksi} = 483 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0,6 \times 483(1 + 0,5 \sin^{1,5}90^\circ) \\ &= 0,6 \times 483 (1 + 0,5) \\ &= 434,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Faktor reduksi ( $\beta$ ) Akibat panjang las

$$\frac{L}{w} = \frac{150}{5} = 30 < 100$$

Sehingga  $\beta = 1$  (bisa diabaikan karena memenuhi syarat)

- Kuat nominal

$$\begin{aligned} R_n &= F_{nw} \times A_{we} \\ &= 434,7 \times 636,3 \\ &= 276599,61 \text{ N} \end{aligned}$$

Cek kapasitas sambungan las untuk profil siku

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 276599,61 \text{ N} > 101048,33 \text{ N}$$

$$207449,708 \text{ N} > 101048,33 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$



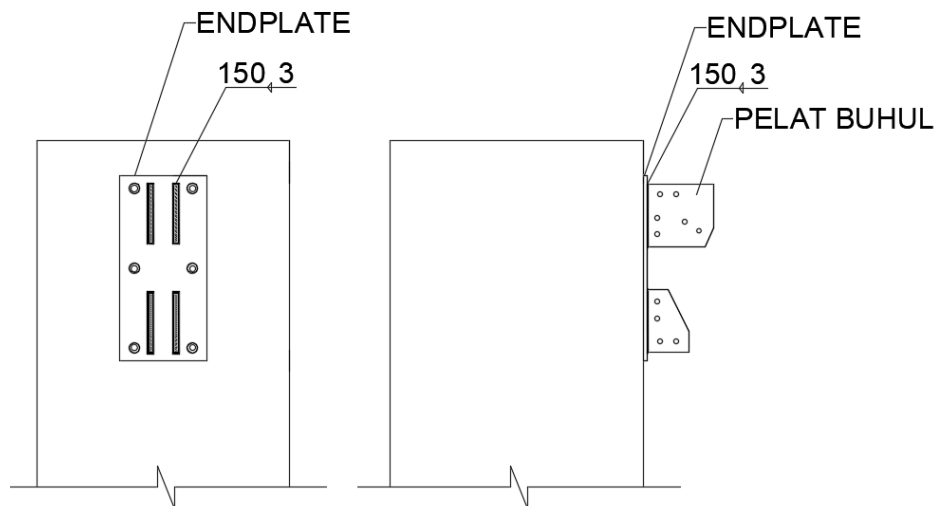
**2. Sambungan pelat buhul ke endplate menggunakan las pada rangka hollow**

Pelat buhul yang disambung ke Endplate menerima gaya tarik sebesar 101048,33 N (analisis SAP2000)

$$t_{\text{pelat}} = 10 \text{ mm}$$

$$A_g = 1500 \text{ mm}^2$$

$$L = 150 \text{ mm}$$



4. Hitung properties dari sambungan las

- Panjang kaki las (a) yang digunakan adalah 3 mm, sehingga tebal efektif las adalah

$$t_e = 0,707 \times 3 = 2,121 \text{ mm}$$

- Panjang las

$$L = 2 \times 150 = 300 \text{ mm}$$

5. Hitung luas efektif las

$$\begin{aligned} A_{we} &= t_e \times L \\ &= 2,121 \times 300 \\ &= 636,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

6. Hitung kuat nominal

$$\begin{aligned} F_{E70xx} &= 70 \text{ ksi} = 483 \text{ Mpa} \\ F_{nw} &= 0,6 \times 483(1 + 0,5 \sin^{1,5} 90^\circ) \\ &= 0,6 \times 483 (1 + 0,5) \\ &= 434,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Faktor reduksi ( $\beta$ ) Akibat panjang las

$$\frac{L}{w} = \frac{150}{5} = 30 < 100$$

Sehingga  $\beta = 1$  (bisa diabaikan karena memenuhi syarat)

- Kuat nominal

$$\begin{aligned} R_n &= F_{nw} \times A_{we} \\ &= 434,7 \times 636,3 \\ &= 276599,61 \text{ N} \end{aligned}$$

Dua Pelat buhul yang disambung ke endplate

$$R_n = 2 \times 276599,61 \text{ N}$$

Cek kapasitas sambungan las untuk profil siku

$$\phi R_n > T_u$$

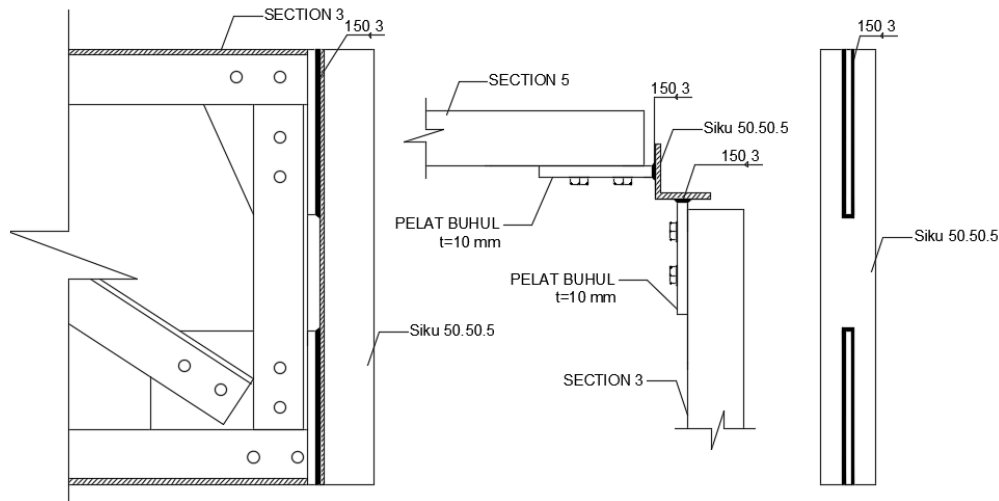
$$0,75 \times 553199,22 \text{ N} > 101048,33 \text{ N}$$

$$414899,415 \text{ N} > 101048,33 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$



**3. Sambungan section 3 dan section 5 menggunakan las pada rangka siku**

Sambungan section 3 dan section 5 menerima gaya tarik sebesar 37033,26 N untuk profil siku (hasil analisis SAP2000)



Gambar Sambungan Las untuk menyambungkan section 3 dan section 5  
(bagian atas)

$$t_{\text{pelat}} = 5 \text{ mm}$$

$$A_g = 1500 \text{ mm}^2$$

$$L = 150 \text{ mm}$$

## 2. Hitung properties sambungan las Ranka Siku

- Panjang kaki las (a) yang digunakan adalah 3 mm, sehingga tebal efektif las adalah

$$t_e = 0,707 \times 3 = 2,121 \text{ mm}$$

- Panjang las

$$L = 2 \times 150 = 300 \text{ mm}$$

Hitung luas efektif las

$$\begin{aligned} A_{we} &= t_e \times L \\ &= 2,121 \times 300 \\ &= 636,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Hitung kuat nominal

$$F_{E70xx} = 70 \text{ ksi} = 483 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0,6 \times 483 \\ &= 289,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Faktor reduksi ( $\beta$ ) Akibat panjang las

$$\frac{L}{w} = \frac{150}{5} = 30 < 100$$

Sehingga  $\beta = 1$  (bisa diabaikan karena memenuhi syarat)

$$R_n = F_{nw} \times A_{we}$$

$$= 289,8 \times 636,3$$

$$= 184399,74 \text{ N}$$

Cek kapasitas sambungan las

$$\phi R_n > T_u$$

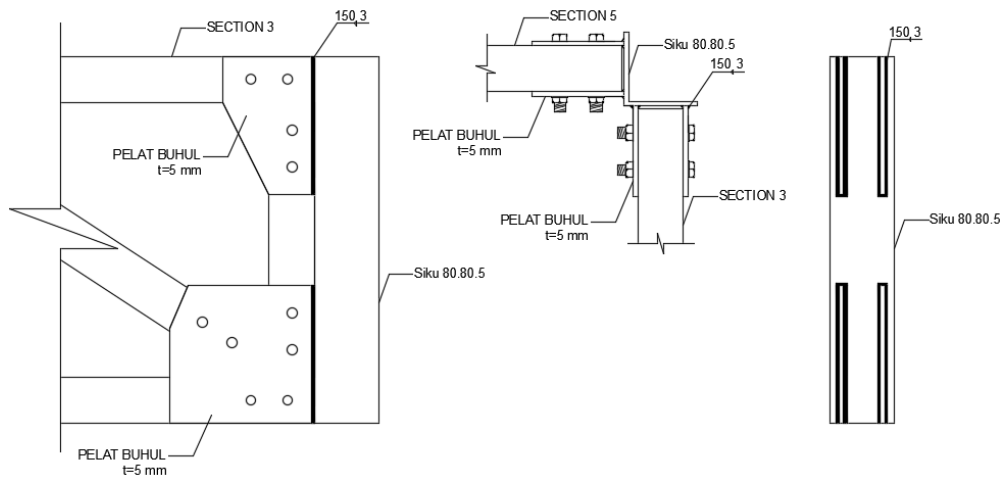
$$0,75 \times 184399,74 \text{ N} > 37082,26 \text{ N}$$

$$138299,805 \text{ N} > 37082,26 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$



- 4. Sambungan section 3 dan section 5 menggunakan las pada rangka hollow**  
Sambungan section 3 dan section 5 menerima gaya tarik sebesar 37033,26 N (hasil analisis SAP2000)





$$t_{\text{pelat}} = 5 \text{ mm}$$

$$A_g = 1500 \text{ mm}^2$$

$$L = 150 \text{ mm}$$

### 3. Hitung properties sambungan las Ranka Siku

- Panjang kaki las (a) yang digunakan adalah 3 mm, sehingga tebal efektif las adalah

$$t_e = 0,707 \times 3 = 2,121 \text{ mm}$$

- Panjang las

$$L = 2 \times 150 = 300 \text{ mm}$$

Hitung luas efektif las

$$\begin{aligned} A_{we} &= t_e \times L \\ &= 2,121 \times 300 \\ &= c \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Hitung kuat nominal

$$F_{E70xx} = 70 \text{ ksi} = 483 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0,6 \times 483 \\ &= 289,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Faktor reduksi ( $\beta$ ) Akibat panjang las

$$\frac{L}{w} = \frac{150}{5} = 30 < 100$$

Sehingga  $\beta = 1$  (bisa diabaikan karena memenuhi syarat)

$$\begin{aligned} R_n &= F_{nw} \times A_{we} \\ &= 289,8 \times 636,3 \\ &= 184399,74 \text{ N} \end{aligned}$$

Digunakan dua pelat buhul yang disambung

$$R_n = 2 \times 184399,74 \text{ N}$$

$$= 368799,48 \text{ N}$$

Cek kapasitas sambungan las

$$\phi R_n > T_u$$

$$0,75 \times 368799,48 \text{ N} > 37082,26 \text{ N}$$

$$276599,61 \text{ N} > 37082,26 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$



**5. Desain Baut angkur**

a. Properties Penampang dan Material

- Mutu Baja = A36
- Baut Angkur  $\emptyset$  = 16 mm
- Fy = 250 MPa
- Fu = 400 Mpa
- Panjang Benam  $h_{ef}$  = 300 mm
- F'c = 26,4 MPa
- Tu = 100886,75 N (Analisa SAP2000)

$$V_u = 46108,93 \text{ N (Analisa SAP2000)}$$

b. Kuat Baut Angkur Terhadap Tarik

Baut angkur  $\varnothing 16 \text{ mm} \approx 5/8 \text{ in}$

$n_t = 11 \text{ ulir/in atau } 0,433 \text{ ulir/mm}$

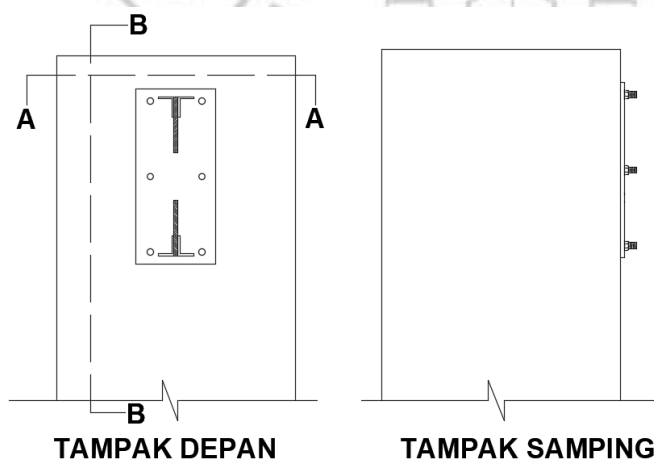
Untuk pitch  $P = \frac{25,4}{11} = 2,309 \text{ mm/ulir}$

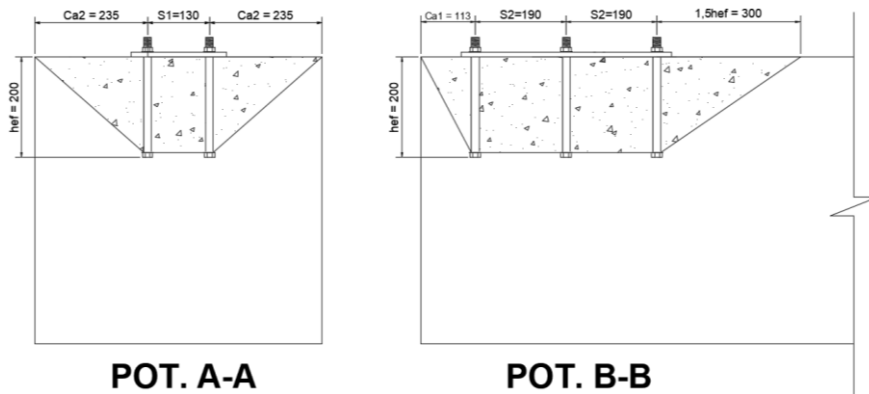
$$A_{se,N} = \frac{\pi}{4} (16 - \frac{0,9743}{0,512})^2 = 148,5 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (\text{A-3-6 AISC})$$

$$A_{se,N} = \frac{\pi}{4} (16 - 0,9382 \times P)^2 = 150,3 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (\text{A-3-6M AISC})$$

$$\begin{aligned} N_{sa} &= \phi A_{se,N} F_{uta} \\ &= 0,75 \times 148,5 \times 400 \\ &= 44550 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{Angkur Tunggal}) \\ &= 6 \times 44550 \\ &= 267300 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{Angkur Kelompok}) \end{aligned}$$

c. Kuat Jebol(breakout) beton terhadap tarik





Luas proyeksi kerusakan beton

$$\begin{aligned}
 A_{Nc} &= (2Ca_2 + s_1) \times (Ca_1 + 2s_2 + 1,5h_{ef}) \dots\dots\dots(8.10-25) \\
 &= (2 \times 235 + 130) \times (133 + 2 \times 190 + 300) \\
 &= 780 \times 813 \\
 &= 634140 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{Nco} &= (Ca_2 + 1,5h_{ef}) \times (Ca_1 + 1,5h_{ef}) \dots\dots\dots(D-5 ACI) \\
 &= (235 + 300) \times (133 + 300) \\
 &= 535 \times 433 \\
 &= 231655 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} = \frac{634140}{231655} = 2,737$$

$$\psi_{ec,N} = 1,0 \dots\dots\dots(\text{gaya tarik dipusat berat kelompok angkur})$$

Jika  $c_{a,min} < 1,5h_{ef}$  maka

$$\begin{aligned}
 \psi_{ed,N} &= 0,7 + 0,3 \frac{c_{a,min}}{1,5h_{ef}} \dots\dots\dots(D-10 ACI) \\
 &= 0,7 + 0,3 \frac{113}{1,5 \times 200} \\
 &= 0,833
 \end{aligned}$$

$$\psi_{c,N} = 1,0 \dots\dots\dots(\text{beton retak})$$

$$\psi_{cp,N} = 1,0 \dots\dots\dots(\text{angkur cor ditempatkan})$$

$$k_c = 10 \dots\dots\dots(\text{baut angkur tipe cor ditempatkan})$$

$$\begin{aligned}
 N_b &= k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1,5} \dots\dots\dots(D-11 ACI) \\
 &= 10 \times 1,0 \times \sqrt{26,4} \times (200)^{1,5} \\
 &= 10 \times 5,14 \times 2828,43
 \end{aligned}$$

$$= 145381,15 \text{ N}$$

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot N_b \dots \dots \dots (D-4 \text{ ACI})$$

$$= 2,737 \times 1,0 \times 0,833 \times 1,0 \times 1,0 \times 145381,15$$

$$= 351352,946 \text{ N}$$

$$\psi_{c,p} = 1,0 \dots \dots \dots (\text{Gaya tarik dipusat berat kelompok angkur})$$

$$\phi = 0,70 \dots \dots \dots (\text{Kondisi-B tanpa tulangan})$$

$$N_{cbg} = \phi \psi_{c,p} N_{cb}$$

$$= 0,70 \times 1,0 \times 351352,946 \text{ N}$$

$$= 245947,062 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{Angkur kelompok})$$

d. Kuat cabut (pullout) baut angkur dari beton

Tipe kepala segienam

$$\psi_{c,p} = 1,0$$

Baut angkur  $\varnothing 16 \text{ mm}$  (5/8")

$$A_{brg} = 292,9 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots (\text{tipe kepala Hexagonal})$$

$$N_p = 8 A_{brg} F'_c$$

$$= 8 \times 292,9 \times 26,4$$

$$= 61860,48 \text{ N}$$

$$N_{pn} = \phi \psi_{c,p} N_p$$

$$= 0,70 \times 1,0 \times 61860,48$$

$$= 43302,336 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{Angkur Tunggal})$$

$$= 6 \times 46395,36 \text{ N}$$

$$= 259814,016 \text{ N} > 100886,75 \text{ N} \dots \dots \dots (\text{Angkur Kelompok})$$

Rangkuman Kuat Batas Baut Angkur terhadap Tarik

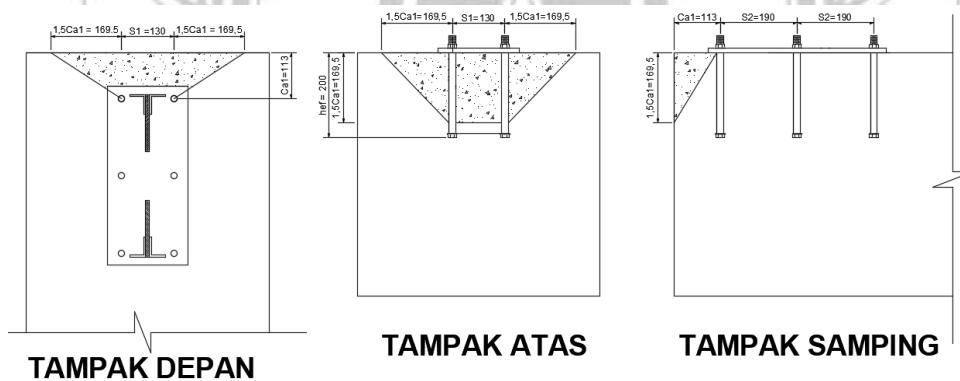
- Kuat tarik baut angkur = 267300 N > 100886,75 N .....OK
- Kuat jebol beton = 245947,062 N > 100886,75 N .....OK
- Kuat cabut beton = 259814,016 N > 100886,75 N .....OK

e. Kuat Angkur Baut terhadap Geser

$$A_{se,v} = A_{se,N} = 148,5 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots (5/8 \text{ in})$$

$$\begin{aligned} \phi &= 0,65 \dots\dots\dots(A36= \text{Baja daktail terhadap geser}) \\ V_{sa} &= \phi 0,6 A_{se,V} F_{uta} \\ &= 0,65 \times 0,6 \times 148,5 \times 400 \\ &= 23166 \text{ N} \dots\dots\dots(\text{Angkur Tunggal}) \\ &= 6 \times 23166 \text{ N} \\ &= 138996 \text{ N} > 46108,93 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{Angkur Kelompok}) \end{aligned}$$

f. Kuat Jebol (breakout) beton terhadap geser



Luas proyeksi kerusakan beton

$$\begin{aligned} A_{vc} &= (2(1,5 Ca1) + s_1) \times Ca1 \\ &= (2(1,5 \times 113) + 130) \times 113 \\ &= 52997 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{vco} &= 2(1,5Ca1) \times Ca1 \\ &= 2(1,5 \times 113) \times 113 \\ &= 38307 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{A_{vc}}{A_{vco}} = \frac{52997}{38307} = 1,38$$

$$\psi_{ec,V} = 1,0 \dots\dots\dots(\text{Gaya geser di pusat berat kelompok angkur})$$

Untuk  $C_{a2} > C_{a1}$  maka  $\psi_{ed,v} = 1,0$  .....(D-37 ACI)

$\psi_{c,v} = 1,0$  .....(Beton retak)

$$\begin{aligned}\psi_{h,v} &= \sqrt{\frac{1,5C_{a1}}{200}} \\ &= \sqrt{\frac{169,5}{200}} \\ &= 0,92\end{aligned}$$

$h_{ef} > 8 d_a$  maka  $l_e = 8 d_a = 128 \text{ mm}$

$\lambda_a = 1,0$  .....(beton normal ankur di tempat)

$$\begin{aligned}V_b &= 0,6 \left(\frac{128}{16}\right)^{0,2} \sqrt{16} \lambda_a \sqrt{f'_c} (C_{a1})^2 \\ &= 0,6 \left(\frac{128}{16}\right)^{0,2} \sqrt{16} 1,0 \sqrt{26,4} (113)^2 \\ &= 0,6 \times 1,52 \times 4 \times 1,0 \times 5,14 \times 12769 \\ &= 239427,95 \text{ N}\end{aligned}$$

$\phi = 0,70$  .....(Kondisi-B tanpa tulangan)

$$\begin{aligned}V_{cbg} &= \phi \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \psi_{ec,v} \psi_{ed,v} \psi_{c,v} \psi_{h,v} V_b \\ &= 0,70 \times 1,38 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,92 \times 239427,95 \\ &= 212784,41 \text{ N} > 46108,93 \text{ N} \dots\dots\dots(\text{Angkur kelompok})\end{aligned}$$

g. Kuat Rompal(pryout) beton terhadap geser

$k_{cp} = 2,0$  .....(untuk  $h_{ef} > 65 \text{ mm}$ )

$$N_{cp} = N_{cb} = 352883,66 \text{ N}$$

$\phi = 0,70$ ..... (Kondisi-B tanpa tulangan)

$$\begin{aligned}V_{cp} &= \phi K_{cp} N_{cp} \\ &= 0,70 \times 2,0 \times 352883,66 \\ &= 494037,12 \text{ N} \dots\dots\dots(\text{Angkur kelompok})\end{aligned}$$

Rangkuman Kuat Batas Baut Angkur terhadap Geser

- Kuat geser baut ankur = 138996 N > 46108,93 N.....OK
- Kuat jebol beton = 239427,95 N > 46108,93 N.....OK
- Kuat rompal = 494037,12 N > 46108,93 N.....OK

h. Interaksi Gaya Tarik dan Geser yang Terjadi Bersamaan

Interaksi gaya tarik dan gaya geser yang terjadi bersamaan perlu di cek jika kedua gaya mempunyai rasio terhadap kuat rencananya lebih besar dari 20%

$$\text{Rasio gaya tarik} = \frac{T_u}{\phi N_n} = \frac{100886,75 \text{ N}}{267300 \text{ N}} = 0,377 > 0,2$$

$$\text{Rasio gaya geser} = \frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{46108,93 \text{ N}}{138996 \text{ N}} = 0,332 > 0,2$$

$$178200 \text{ N} > 100886,75 \text{ N}$$

Cek interaksi sesuai ketentuan D-7 (AIC 2011)

$$\frac{T_u}{\phi N_n} + \frac{V_u}{\phi V_n} = 0,377 + 0,332 = 0,709 < 1,2 \dots \dots \dots \text{OK (D-42 ACI)}$$

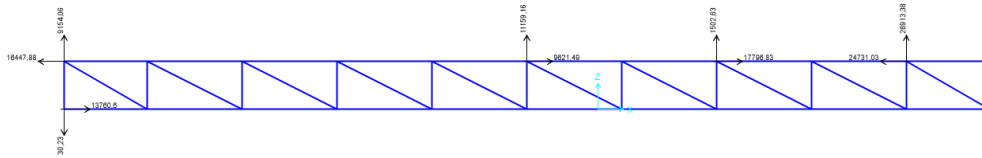






**LAMPIRAN 3**  
**DESAIN SELING**

## A. Desain sling

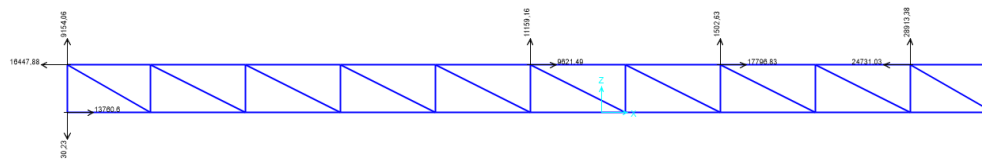


Gambar 1 Section 5 profil siku

$$Tu\ 1 = 11159,16\ N = 1,14\ Ton$$

$$Tu\ 2 = 1502,63\ N = 0,15\ Ton$$

$$Tu\ 3 = 28913,38\ N = 2,95\ Ton$$



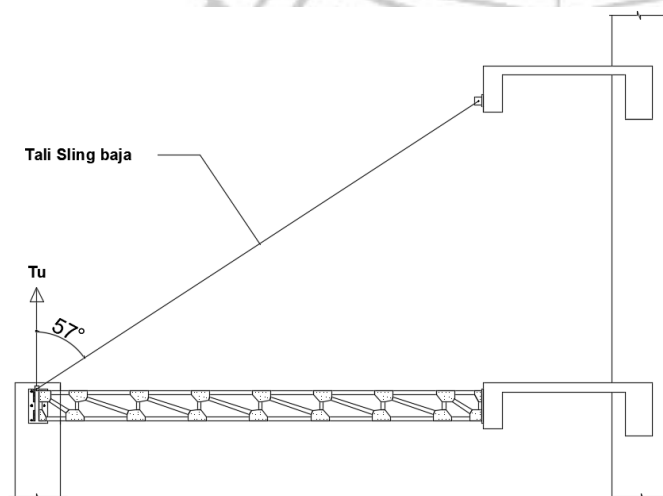
Gambar 2 Section 5 profil hollow

$$Tu\ 1 = 11159,16\ N = 1,14\ Ton$$

$$Tu\ 2 = 1502,63\ N = 0,15\ Ton$$

$$Tu\ 3 = 28913,38\ N = 2,95\ Ton$$

Digunakan  $Tu\ 3 = 2,95\ Ton$  untuk merencanakan tali sling dengan menggunakan rumus SWL(Safety Working sLoad)



$$Tu_3 = Tu_{\text{sling baja}} \cdot \sin 57$$

$$2,95 = Tu_{\text{sling baja}} \cdot 0,84$$

$$Tu_{\text{sling baja}} = 2,95/0,84$$

$$Tu_{\text{sling baja}} = 3,512 \text{ Ton}$$

$$= 3512 \text{ Kg}$$

b. Berat beban yang diangkat

$$Q_0 = 3512 + (351,2)$$

$$= 3863,2 \text{ Kg}$$

c. Kapasitas angkat total

$$Q = Q_0 + q$$

$$= 3863,2 + 3512$$

$$= 7375,2 \text{ Kg}$$

d. Tegangan tarik maksimum (S)

$$S = \frac{Q}{n \cdot n \cdot n1}$$

$$= \frac{7375,2}{2 \cdot 0,905 \cdot 0,98}$$

$$= 4157,85 \text{ Kg}$$

$$= 4,14 \text{ Ton}$$

Dimana,

$$n = \text{jumlah puli penyangga (suspense)} = 0,905$$

$$n = \text{Efisiensi Puli} = 0,905$$

$$n1 = \text{Efisiensi dikarenakan kerugian tali akibat kekakuan}$$

$$\text{Ketika menggulung pada drum} = 0,905$$

e. Kekuatan putus tali sebenarnya

$$P = S \times K$$

$$= 4157,85 \times 3$$

$$= 12473,55 \text{ Kg}$$

Dimana,

$$K = \text{Faktor keaman dengan jenis mekanisme (diam)} = 3$$

Dari hasil kekuatan putus tali (P) yang telah didapatkan, maka pada perencanaan ini dipilih tipe tali baja:

Tali baja JIS G 3521

8 x 19 + 1 Fibre core

Spesifikasi:

Diameter (d) = 10 mm

Berat tali (W) = 1,15 kg/m

Beban Patah (Pb) = 15400 Kg

Tegangan Patah ( $\sigma_b$ ) = 159 Kg/mm

f. Tegangan maksimum tali baja yang di izinkan

$$\begin{aligned} S_{ijin} &= \frac{Pb}{K} \\ &= \frac{15400}{3} \\ &= 5133,33 \text{ Kg} \\ &= 5,13 \text{ Ton} \end{aligned}$$

g. Tegangan tarik maksimum yang di izinkan

$$\begin{aligned} \sigma_{ijin} &= \frac{\sigma_b}{K} \\ &= \frac{159}{3} \\ &= 53 \text{ Kg/cm} \end{aligned}$$

h. Luas penampang tali baja

$$\begin{aligned} A &= \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}}} (50000) \\ &= \frac{4157,85}{\frac{15,9}{3} - \frac{1}{25}} (50000) \\ &= 0,015 \text{ cm}^2 \\ &= 1,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

i. Tegangan tarik yang terjadi

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{S}{A} \\ &= \frac{4157,85}{1,52} \\ &= 2735,43 \text{ Kg/mm}^2 \\ &= 27,354 \text{ Kg/cm} \end{aligned}$$

Terlihat bahwa tali baja masih sangat aman untuk digunakan karena:

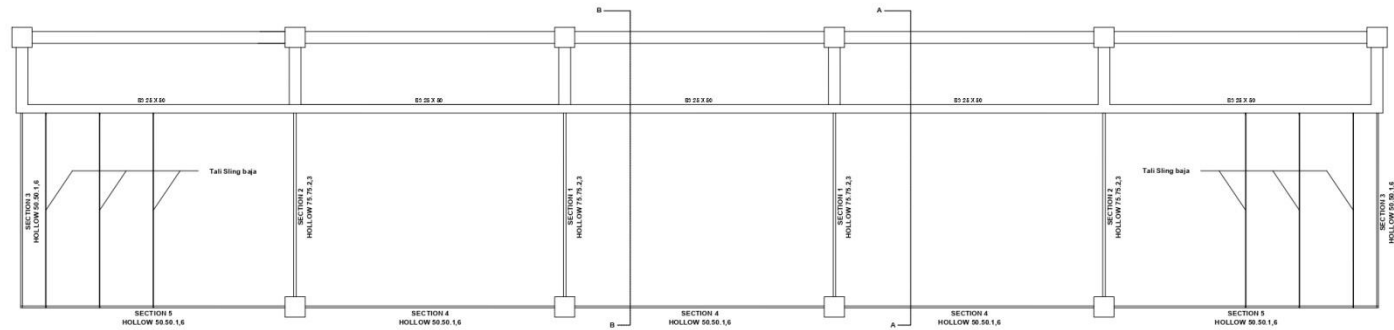
$$S < S_{ijin} = 4,157 \text{ Ton} < 5,13 \text{ Ton}$$

Dimana, Tegangan maksimum tali (S)  
Tegangan Maksimum yang di izinkan ( $S_{ijin}$ )

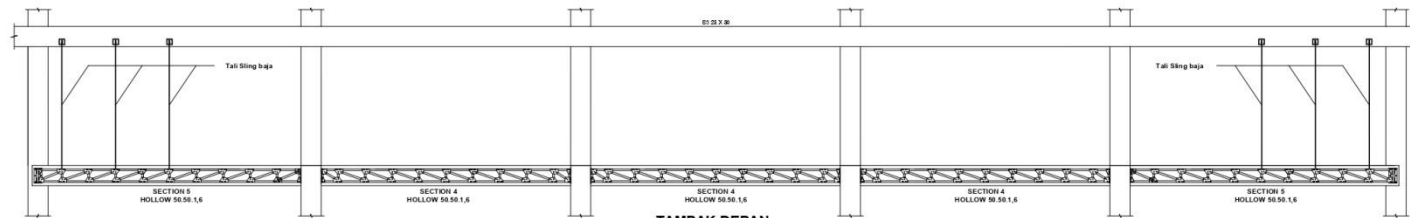
$$\sigma_t < \sigma_{ijin} = 27,354 \text{ Kg/cm} < 53 \text{ Kg/cm}$$

Dimana, Tegangan tarik yang terjadi ( $\sigma_i$ )  
Tegangan tarik maksimum yang diizinkan ( $\sigma_{ijin}$ )

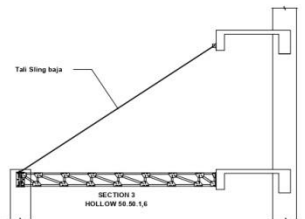




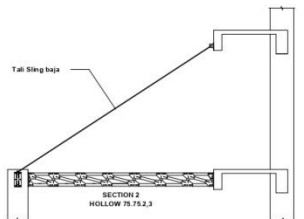
**DENAH RENCANA RANGKA KANOPI PROFIL HOLLOW**  
SKALA 1:120



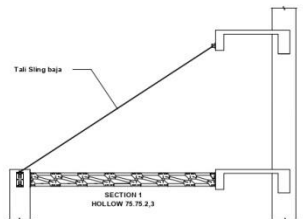
**TAMPAK DEPAN**  
SKALA 1:120



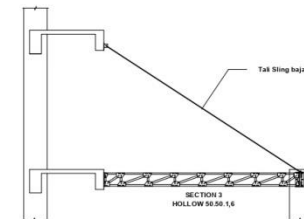
**TAMPAK SAMPING KANAN**  
SKALA 1:120



**POT. A-A**  
SKALA 1:120

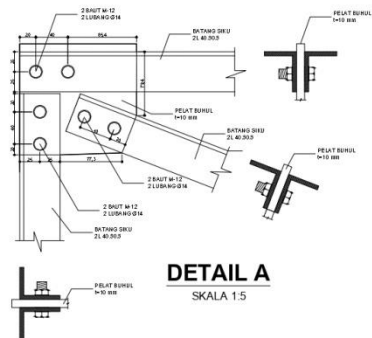


**POT. B-B**  
SKALA 1:120

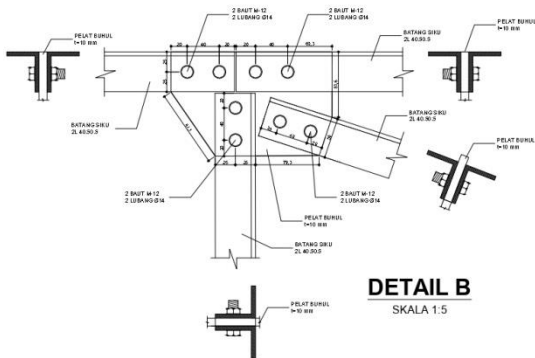


**TAMPAK SAMPING KIRI**  
SKALA 1:120

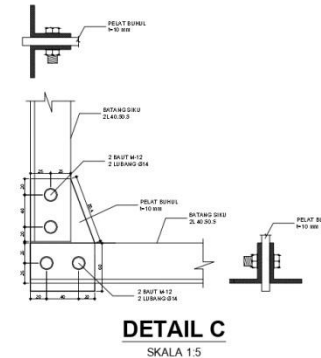
DENAH RENCANA, TAMPAK DAN POTONGAN RANGKA BATANG PROFIL HOLLOW		TINJAUAN PEREHCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKANRANGKA BATANG BAJA
SCALE 1 : 120	SHEET 1	06 SEPTEMBER 2021



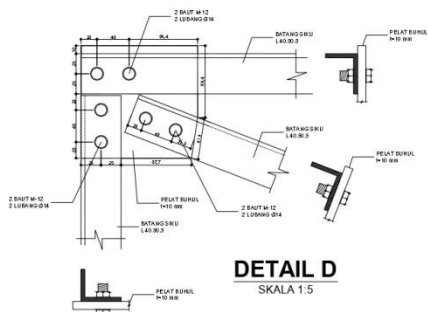
**DETAIL A**  
SKALA 1:5



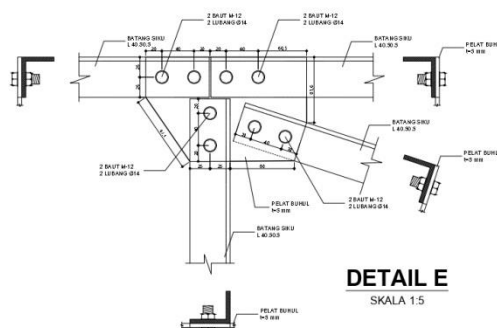
**DETAIL B**  
SKALA 1:5



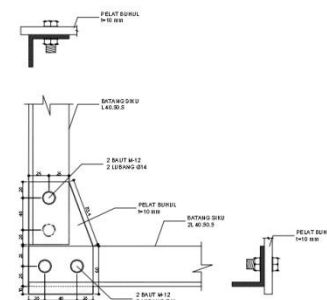
**DETAIL C**  
SKALA 1:5



**DETAIL D**  
SKALA 1:5

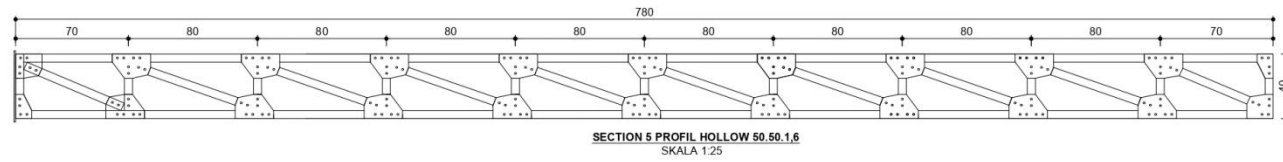
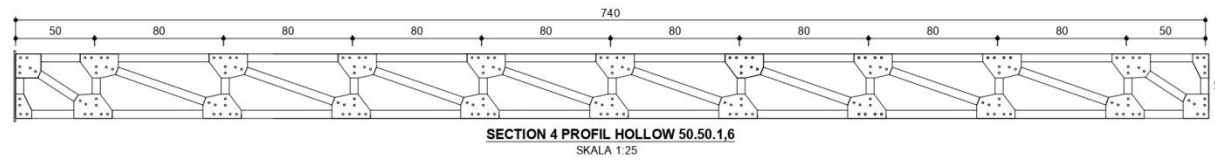
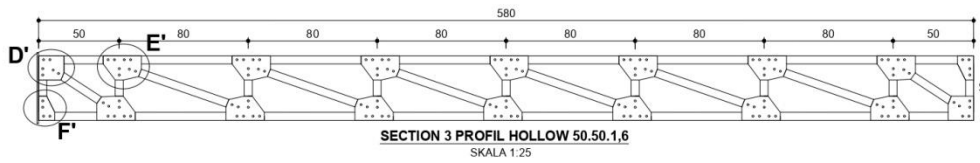
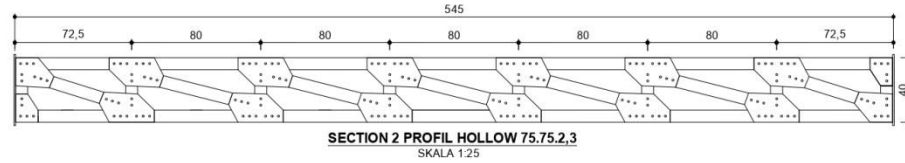
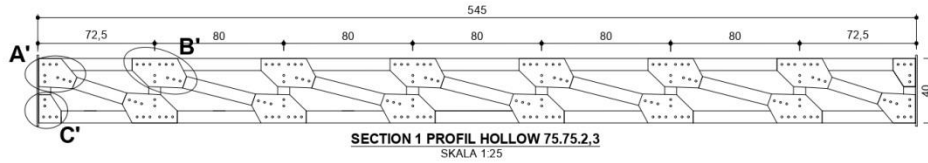


**DETAIL E**  
SKALA 1:5



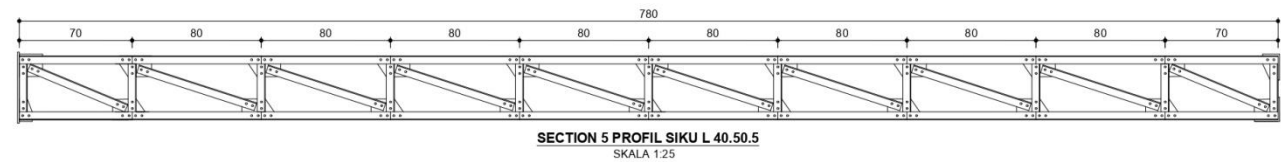
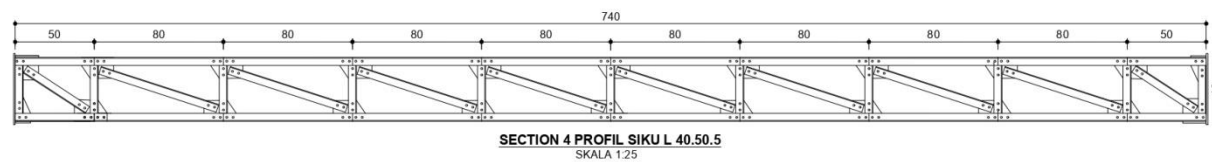
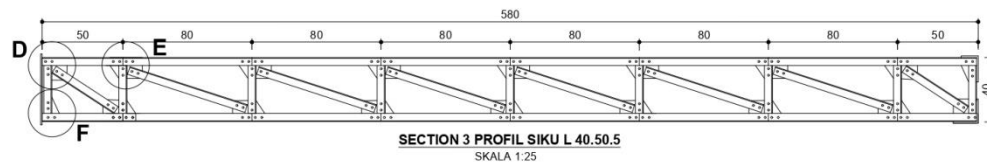
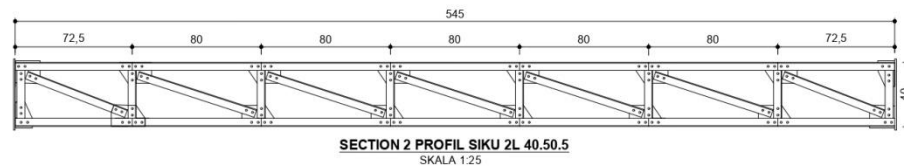
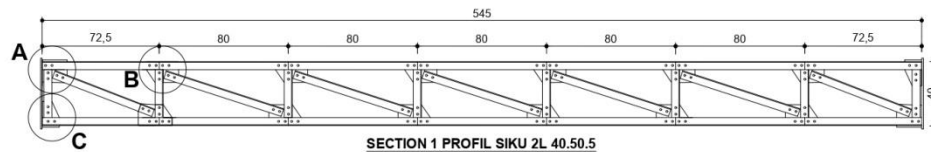
**DETAIL F**  
SKALA 1:5

DETAIL SAMBUNGAN TITIK BUJUL ROFIL RANGKA SIKU 2L 40.50.5 DAN PROFIL SIKU L 40.50.5		TINJAUAN PERENCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BATANG BAJA
SCALE 1:5	SHEET 3	06 SEPTEMBER 2021

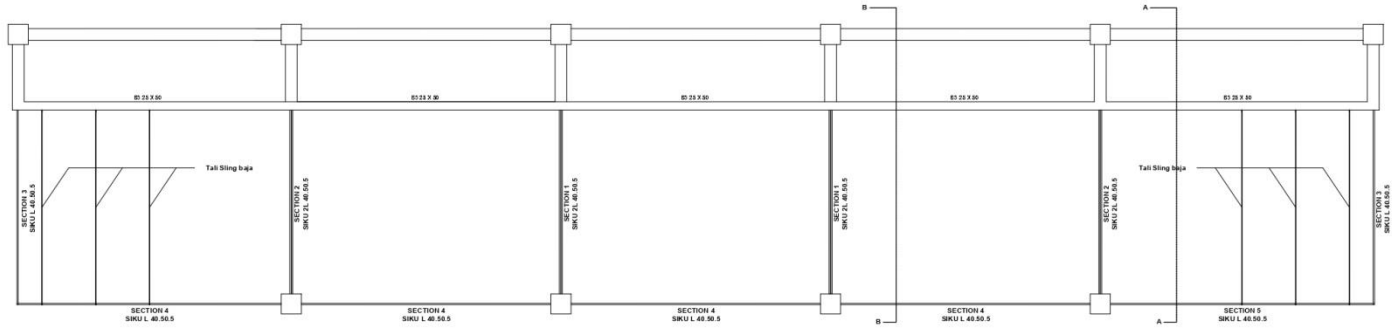


SECTION 1, SECTION 2, SECTION 3, SECTION 4 DAN SECTION 5 PROFIL HOLLOW 75.75.2,3 DAN PROFIL HOLLOW 50.50.1,6	TINJAUAN PERENCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BATANG BAJA
SCALE 1 : 25	SHEET 5
	06 SEPTEMBER 2021

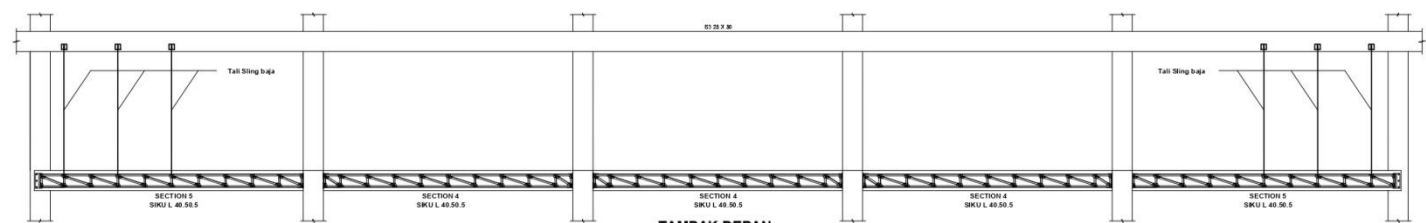




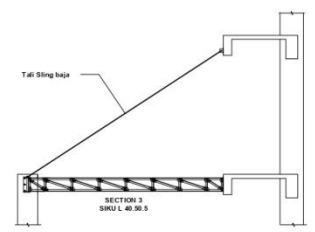
SECTION 1, SECTION 2, SECTION 3, SECTION 4 DAN SECTION 5 PROFIL SIKU 2L 40.50.5 DAN PROFIL SIKU L 40.50.5	TINJAUAN PERENCANAAN RAHKA KANOPI BALROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKANRANGKA BATANG BAJA
SCALE 1 : 25	SHEET 2
06 SEPTEMBER 2021	



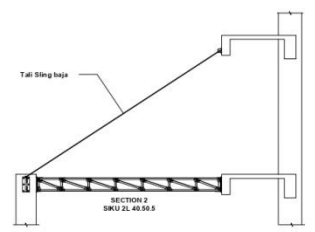
**DENAH RENCANA RANGKA KANOPI PROFIL SIKU**  
SKALA 1:120



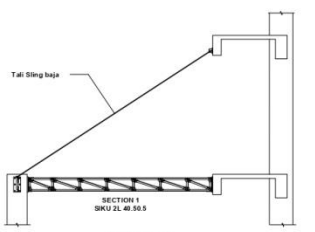
**TAMPAK DEPAN**  
SKALA 1:120



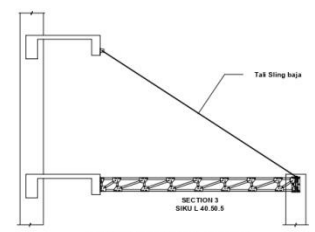
**TAMPAK SAMPING KANAN**  
SKALA 1:120



**POT. A-A**  
SKALA 1:120

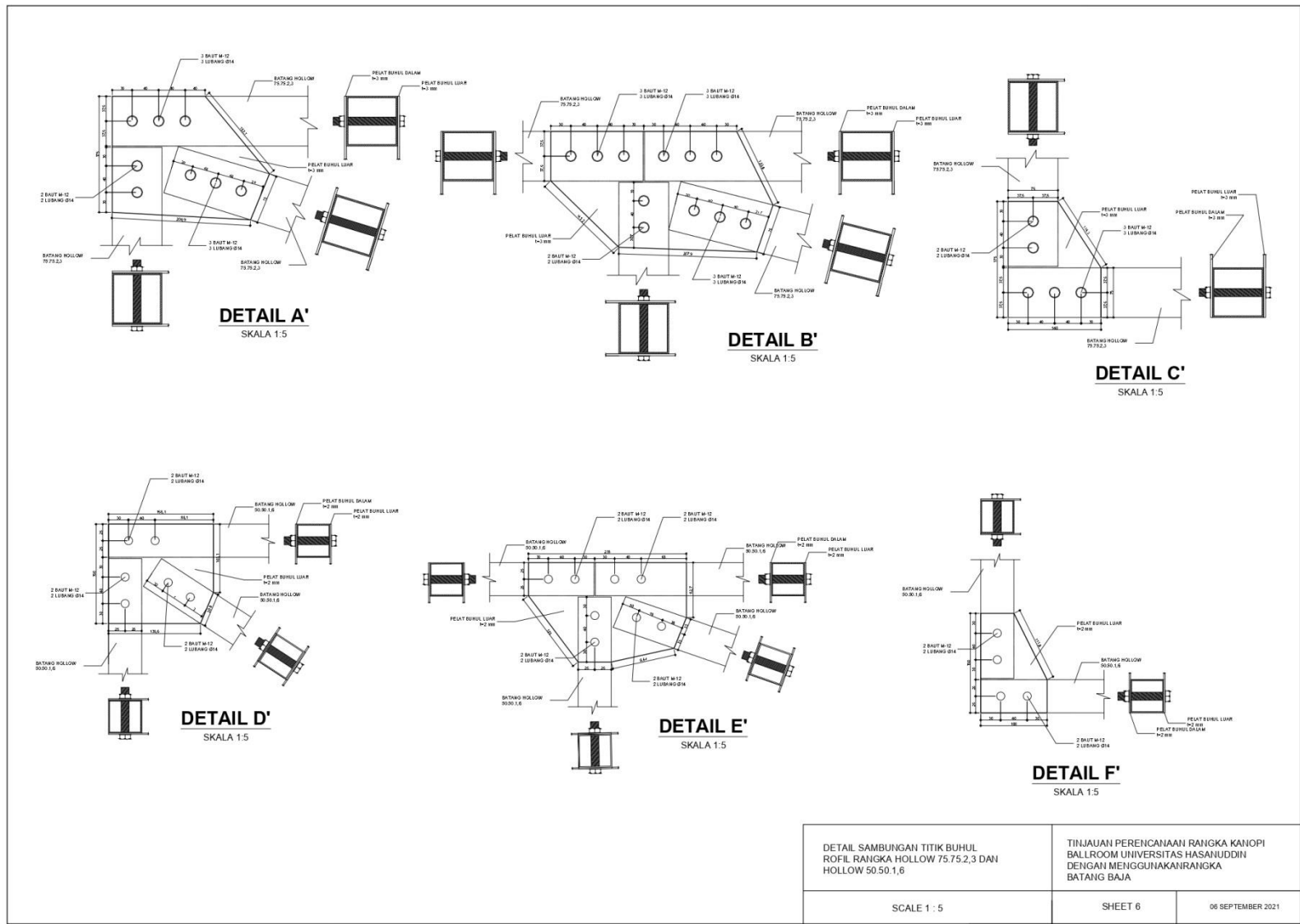


**POT. B-B**  
SKALA 1:120



**TAMPAK SAMPING KIRI**  
SKALA 1:120

DENAH RENCANA, TAMPAK DAN POTONGAN RANGKA BATANG PROFIL SIKU		TINJAUAN PERENCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BATANG BAJA
SCALE 1 : 120	SHEET 1	06 SEPTEMBER 2021



DETAIL SAMBUNGAN TITIK BUBUN ROFIL RANGKA HOLLOW 75.75.2,3 DAN HOLLOW 50.50.1,6	TINJAUAN PERENCANAAN RANGKA KANOPI BALLROOM UNIVERSITAS HASANUDDIN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BATANG BAJA
SCALE 1 : 5	SHEET 6
	06 SEPTEMBER 2021