

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari data PBB, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sekitar 13.466 pulau yang tersebar di wilayah Negara Republik Indonesia. Salah satu dampak negatif dengan banyaknya kepulauan tersebut adalah program pembangunan yang berjalan menjadi terganggu misalnya bidang ekonomi serta pendidikan yang disebabkan oleh minimnya ketersediaan sarana transportasi. Hal tersebut berdampak pada lumpuhnya perkembangan suatu wilayah karena terputusnya akses dari daerah lain. Salah satu solusi agar wilayah tersebut berkembang adalah dengan memperbaiki dan menyediakan sarana prasarana transportasi berupa penyediaan jembatan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, yang dimaksud dengan jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air dan atau di atas permukaan tanah. Dari definisi jembatan tersebut dapat disimpulkan bahwa suatu jembatan merupakan infrastruktur yang berfungsi sebagai penghubung antar wilayah untuk melewati suatu hambatan seperti sungai, lembah, jurang, dan sebagainya. Sehingga diharapkan dapat mempercepat serta memperlancar laju program pembangunan diberbagai bidang.

Jembatan yang berfungsi sebagai penghubung antar wilayah tersebut memiliki beberapa jenis jembatan. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa jenis jembatan yaitu jembatan rangka baja, jembatan kayu, jembatan beton, serta jembatan bentang panjang.

Pada umumnya jembatan dirancang untuk lintasan jalan raya, jalur rel kereta api, pejalan kaki, serta untuk melintasi sebuah rintangan. Oleh karena itu, pembangunan sebuah jembatan bergantung pada jenis kendaraan yang melintas serta seberapa besar beban yang bekerja yang bertujuan untuk menentukan jenis material yang digunakan dan jenis jembatan yang akan dibangun.

Seiring berkembangnya zaman, baik itu ilmu pengetahuan, teknologi informasi, bahkan perkembangan struktur juga semakin inovatif dan efisien. Hal ini yang menyebabkan selalu ada inovasi-inovasi untuk membuat sebuah struktur jembatan yang kuat namun tetap memperhitungkan berat struktur itu sendiri. Semakin beratnya struktur jembatan membuat beban awal yang diterima jembatan semakin besar oleh karena itu perlu adanya inovasi dalam segi material tanpa harus mengorbankan kekuatan struktur agar

beban mati yang diterima struktur kecil sehingga beban hidup yang melewati jembatan semakin besar.

Beberapa tahun yang lalu pembangunan konstruksi jembatan umumnya menggunakan material kayu yang mudah didapat, namun dengan menipisnya ketersediaan material tersebut maka digantikan dengan material baja (*Hot Rolled*). Dan pada saat ini dengan seiringnya zaman material baja (*Hot Rolled*) telah digantikan oleh material baru yakni material baja ringan (*Cold Formed*). Dengan beberapa keunggulan, yaitu kuat namun ringan dibandingkan dengan material baja (*Hot Rolled*). Untuk saat ini, pemakaian baja ringan itu sendiri digunakan untuk rangka plafond, rangka atap, dan rangka bangunan.

Struktur baja ringan adalah komponen struktur yang terbuat dari lembaran baja yang di proses dengan bentuk-bentuk profil tertentu menggunakan proses *press-braking* atau *roll forming*. Pada pembuatan baja ringan suhu yang tinggi tidak diperlukan seperti halnya dalam pembuatan baja *hot rolled*, sehingga penyebutan baja ringan ini adalah *cold formed*. Pada umumnya baja *cold-formed* merupakan komponen yang ringan, tipis, mudah dalam pengerjaan dibandingkan dengan baja *hot-rolled* (Mutawalli,2007).

Jembatan yang didesain tersebut digunakan untuk pejalan kaki sehingga beban yang dirancang tidak seberat jembatan baja. Dalam perakitan jembatan sebenarnya, dapat dipastikan terdapat beberapa sambungan dalam satu rangkaian struktur jembatan. Namun untuk analisis sambungan pada jembatan canai dingin tersebut masih belum banyak dibahas oleh, karena itu penulis ingin meneliti lebih lanjut mengenai analisis pengaruh perkuatan sambungan pada jembatan rangka canai dingin terhadap lendutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu

1. Berapa nilai lendutan pada struktur jembatan rangka baja canai dingin dengan perkuatan sambungan dan tanpa perkuatan sambungan?
2. Bagaimana pengaruh panjang perkuatan sambungan pada struktur jembatan rangka baja canai dingin?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah diatas, didapatkan tujuan dari penganalisaan tersebut yaitu

1. Mengetahui besarnya nilai lendutan pada struktur jembatan rangka baja canai dingin
2. Mengetahui pengaruh sambungan pada struktur jembatan rangka baja canai dingin

1.4 Manfaat

Dalam penulisan ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat antara lain:

1. Mahasiswa dapat mengaplikasikan analisis perhitungan pengaruh sambungan pada jembatan rangka canai dingin terhadap lendutan.
2. Dapat mengetahui pengaruh sambungan pada jembatan rangka canai dingin.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari kemungkinan semakin bertambahnya permasalahan maka ruang lingkup masalah akan dibatasi dengan jelas. Batasan-batasan permasalahan antara lain :

1. Model struktur jembatan rangka baja canai dingin telah ditentukan.
2. Peraturan yang digunakan adalah SNI 7971 tahun 2013 tentang Struktur Baja Canai Dingin dan RSNI T-02-2005 tentang pembebanan untuk jembatan.
3. Dimensi jembatan telah ditentukan.
4. Mutu bahan akan disesuaikan dengan yang ada di pasaran melalui pengujian.
5. Pemodelan struktur jembatan di bentuk 2 (dua) dimensi.
6. Profil baja ringan (*Cold Formed*) yang digunakan adalah yang tersedia di pasaran dengan profil Chanel dengan ukuran C 80.35.0,75.
7. Dalam perhitungan struktur analisis menggunakan bantuan software SAP 2000.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-Jenis Jembatan

Jembatan merupakan salah satu sarana prasarana transportasi penunjang aktivitas sebuah daerah. Setiap daerah memiliki topografi dan geografi yang berbeda-beda sehingga penentuan jenis sebuah jembatan sangat dibutuhkan agar sesuai kebutuhan dan dapat memperlancar jalannya proses konstruksi. Menurut Siyoum (2007), jenis-jenis jembatan dapat diklasifikasikan dalam beberapa kriteria yang berbeda, yaitu:

1. Klasifikasi berdasarkan fungsi:

- Jembatan Jalan Raya (*Highway Bridge*)
- Jembatan Pejalan Kaki (*Pedestrian Bridge*)
- Jembatan Jalan Kereta Api (*Rail-Road Brodge*)
- Jembatan Untuk Saluran Air (*Waterway Bridge*)

2. Klasifikasi berdasarkan material yang digunakan:

- Jembatan Baja (*Steel Bridge*)
- Jembatan Beton (*Concrete Bridge*)
- Jembatan Beton Prategang (*Prestressed Concrete Bridge*)
- Jembatan Kayu (*Wood Bridge*)
- Jembatan Komposit (*Compicite Bridge*)
- Jembatan Pasangan Batu Kali atau Bata

3. Klasifikasi berdasarkan letak lantai jembatan:

- *Deck Bridge*

Deck Bridge berarti lantai kendaraan terletak di atas rangka batang atau gelagar pemikul, sehingga tidak ada lagi rangka batang lain yang ada di atasnya.

- *Through Bridge*

Pengertian *Through Bridge* adalah jembatan yang lantai kendaraan terletak di bawah rangka batang atau gelagar pemikul, sehingga beban yang terjadi di transferkan ke atas yaitu ke gelegar pemikul.

- *Semi Through Bridge*

Semi Through Bridge adalah jembatan yang konsepnya sama dengan through bridge namun tidak memiliki ikatan melintang di atas lalu lintas.

4. Klasifikasi berdasarkan sistem struktur:

- Jembatan Plat Beton (*Slab Bridge*)

Jembatan plat beton terdiri atas penampang persegi kompak yang biasanya terbuat dari beton bertulang atau beton prategang.

- Jembatan Gelagar T-beam

Jembatan gelagar T-beam tersusun dari beton bertulang balok T yang ditempatkan bersebelahan untuk mendukung beban.

- Jembatan Rangka (*Truss Bridge*)

Jembatan jenis ini pada umumnya terbuat dari rangka baja *hot rolled*. Pada jembatan jenis rangka beban biasanya ditempatkan pada titik buhul dan diteruskan ke setiap batangnya, sehingga setiap batang menahan gaya aksial.

- Jembatan Komposit (*Composite Bridge*)

Composite bridge memiliki gelagar utama yang tersusun dari balok I atau gelagar pelat secara structural bekerjasama dengan lantai beton yang dihubungkan oleh penghubung geser (*shear connector*)

- Jembatan Suspensi (*Suspension Bridge*)

Jembatan suspensi memiliki gelagar utama yang terdiri dari kabel penggantung sebagai pemikul beban yang di rentangkan melalui dua menara (*pylon*) dan juga merupakan jembatan bentang panjang (*long span bridge*)

2.2. Jembatan Rangka

2.2.1 Umum

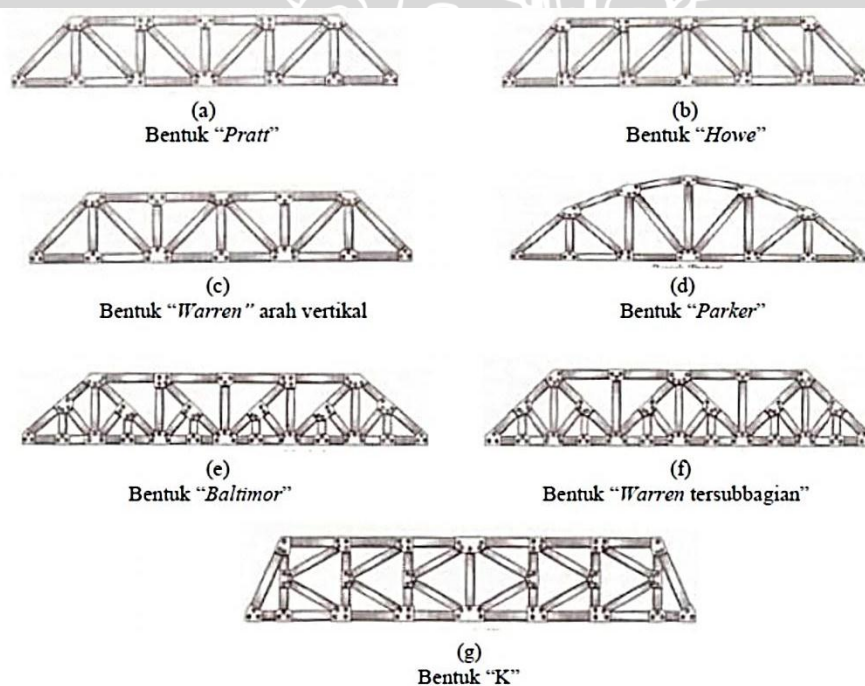
Jembatan rangka merupakan sebuah jembatan yang terdiri dari batang-batang yang dihubungkan dengan sambungan sendi hingga membentuk rangka segitiga yang akan mengalami tegangan akibat gaya tarik, gaya tekan, atau kadang-kadang keduanya jika terkena beban-beban dinamis. Keuntungan-keuntungan dari jembatan-jembatan rangka batang adalah ekonomis, ringan, kuat dan menggunakan batang-batang yang pendek.

Jembatan rangka batang mempunyai kekuatan yang baik karena rangka tersebut terbuat dari segitiga-segitiga yang disusun satu dengan lainnya.

Struktur rangka batang tersusun atas tiga batang lurus yang saling terhubung dan ujung-ujungnya membentuk suatu pola segitiga. Susunan segitiga ini menghasilkan struktur yang stabil sehingga tidak akan mengalami perubahan bentuk apabila menerima beban tetap. Deformasi yang terjadi pada struktur yang stabil ini adalah minor dan diasosiasikan dengan perubahan panjang batang akibat gaya dalam batang tersebut yang diakibatkan oleh beban luar. Selain itu juga struktur ini tidak mengalami perubahan sudut diantara dua batang. Rangka batang tidak mengalami momen lentur, namun akan menghasilkan gaya dalam batang berupa gaya normal yang terdiri atas gaya tarik dan gaya tekan akibat beban yang diterima. (Schodek, 1998).

2.2.2 Jenis-jenis Jembatan Rangka Baja

Bidang pokok yang dimiliki jembatan rangka baja adalah dua bidang yang diikat bersamaan antara pengaku lateral dengan balok melintang yang pada umumnya digunakan sebagai struktur pengaku untuk jembatan gantung konvensional. Menurut Supriyadi & Muntohar (2007) dengan berkembangnya setelah ditemukan bahan baja, tipe rangka menggunakan rangka baja, dengan berbagai bentuk seperti jembatan rangka baja tipe *King-post*, jembatan rangka baja tipe *Howe*, jembatan rangka baja tipe *Pratt*, dan jembatan rangka baja tipe *Arch*.



Gambar 2.1 tipe rangka jembatan

Sumber: Hibbeller, 2002

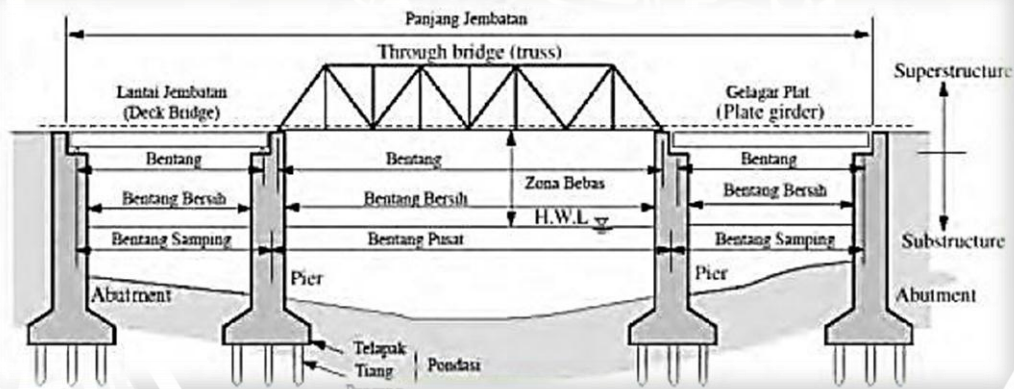
2.2.3 Gaya Batang Jembatan Rangka Baja

Pada saat beban dan gaya-gaya luar bekerja pada jembatan rangka baja pasti disetiap batangnya memiliki gaya dalam yang disebut gaya batang. Gaya batang merupakan gaya normal, dimana gaya normal tersebut merupakan gaya' yang sejajar terhadap sumbu batangnya yang berupa gaya tekan dan gaya tarik.

Dengan persamaan kesetimbangan maka akan didapat besar gaya dalam tersebut dengan menggunakan beberapa metode untuk menggambarkan gaya-gaya pada rangka batang dengan meninjau keseimbangan titik hubung. Gaya-gaya yang bekerja pada titik hubung tersebut harus berada dalam keseimbangan sebab dasar teknik dalam menganalisis gaya batang adalah pada setiap bagian struktur harus dalam kondisi seimbang.

2.2.4 Bagian Struktur Jembatan Rangka Baja

Struktur jembatan rangka baja dibagi menjadi beberapa bagian. Tujuannya untuk mempermudah langkah-langkah dalam analisis. Bagian-bagian struktur jembatan tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas (*super structure*) meliputi gelagar, sistem lantai kendaraan, brasing, sistem perletakan dan rangka utama. Sedangkan bagian bawah (*sub structure*) terdiri dari pier atau pendukung bagian tengah, kolom, kaki pondasi (*footing*), tiang pondasi dan abutmen (Ariestadi, 2008).



Gambar 2.2. Struktur jembatan secara umum

Sumber: Chen & Duan, 2000

2.2.4.1 Struktur Atas (*super structure*)

Struktur atas merupakan bagian dari jembatan yang berfungsi untuk memindahkan beban lantai jembatan menuju tumpuan. Berikut adalah bagian-bagian yang umum pada struktur atas jembatan yaitu:

1. Sistem Lantai Kendaraan atau Lantai Pejalan Kaki (*Floor System*)

2. Gelagar Memanjang (*Stringer*)
3. Gelagar Melintang
4. Gelagar Induk
5. Struktur Tumpuan atau Perletakan
6. Ikatan-ikatan (Brasing)

2.2.4.2 Struktur Bawah (*Sub Structure*)

Struktur bawah merupakan bagian dari struktur jembatan yang dibuat untuk menerima beban konstruksi yang berada di atasnya yang berhubungan langsung dengan tanah. Pada umumnya bagian-bagian struktur bawah pada jembatan terdiri dari:

1. Pondasi
2. Abutmen
3. Pilar

2.2.5 Metode Analisis Rangka Batang

Dalam menganalisis rangka batang dapat dilakukan dengan beberapa metode. Semua metode bertujuan untuk memperoleh kesetimbangan sebuah struktur. Meskipun penggunaan metode yang berbeda namun dapat dipastikan hasil dari analisis tersebut memiliki hasil yang sama. Namun dalam analisis tersebut ada beberapa perbedaan cara menganalisis sesuai kategori strukturnya.

Ada dua kategori yang terdapat pada struktur rangka yaitu struktur rangka batang statis tak tentu dan statis tertentu. Dalam menentukan struktur rangka tersebut termasuk struktur rangka batang statis tertentu ataupun statis tak tentu maka harus memenuhi syarat berikut ini :

$$m = 2j - r \dots\dots\dots (2-1)$$

keterangan:

- m = banyaknya batang untuk syarat kestabilan internal
- j = banyaknya titik
- r = banyaknya reaksi perletakan untuk kestabilan eksternal

Bila persamaan tersebut telah sesuai maka struktur rangka batang termasuk statis tertentu. Sebaliknya bila tidak sesuai maka struktur rangka batang termasuk statis tak tentu. Persamaan gaya kesetimbangan yang digunakan untuk mencari raksi tumpuan serta gaya-gaya batang pada rangka batang statis tertentu. Sedangkan untuk struktur statis tak tentu sistem kesetimbangan tidak cukup karena rangka batang statis tak tentu perlu perhitungan yang lebih kompleks. Rangka batang statis tak tentu memiliki gaya-gaya batang yang bergantung pada sifat fisik elemen strukturnya.

Pada umumnya ada 3 metode yang biasa digunakan dalam analisis rangka batang tersebut. Metode-metode tersebut antara lain:

1. Metode Keseimbangan titik buhul

Metode keseimbangan titik buhul merupakan metode dengan prinsip seluruh gaya yang bekerja harus memenuhi persamaan kesetimbangan $\Sigma V=0$ dan $\Sigma H=0$. Cara perhitungan metode kesetimbangan titik buhul ini akan dimulai dari titik buhul yang dimana gaya luarnya telah diketahui dengan jumlah dua batang yang belum diketahui besar gayanya. Batang yang belum diketahui besar gaya dalamnya, maka akan diasumsikan sebagai batang tarik dan bernilai positif. Dalam menentukan batang tarik dan batang tekan dapat dilihat dari arah gayanya terhadap titik buhul. Bila arah gaya batang tersebut menjauhi titik buhul maka batang tersebut adalah batang tarik. Sedangkan arah gaya batang yang mendekati titik buhul maka batang tersebut adalah batang tekan. Perhitungan dengan metode kesetimbangan titik buhul ini harus dilakukan secara berurutan.

2. Metode Potongan (*Ritter*)

Metode potongan atau biasa disebut dengan metode *ritter* merupakan metode dengan prinsip bahwa semua gaya yang bekerja pada potongan yang dapat ditinjau dari kanan maupun kiri dari struktur trangka tersebut yang harus memenuhi persamaan kesetimbangan yaitu $\Sigma M=0$, $\Sigma V=0$ dan $\Sigma H=0$. Untuk menentukan batang yang belum diketahui besarnya dalamnya maka batang tersebut diasumsikan sebagai tarik dan bernilai positif seperti halnya metode kesetimbangan titik buhul. Namun berbeda dengan metode kesetimbangan titik buhul, metode *ritter* tersebut memiliki kelebihan yaitu perhitungan gaya tidak haruslah urut namun bebas memilih batang mana yang ingin diketahui terlebih dahulu.

3. Metode Grafis (*Cremona*)

Metode grafis (*cremona*) berbeda dengan kedua metode yang ada diatas. Metode ini pada prinsipnya semua gaya luar yang bekerja pada struktur rangka dinyatakan sebagai vektor, sehingga hasil gaya yang didapat bukan hanya gaya batangnya namun arah gayanya juga. Gaya luar maupun gaya luar harus digambarkan dalam bentuk vektor dengan pola polygon tertutup. Cara penggambaran polygon dimulai dengan menggambarkan vektor gaya yang telah diketahui besar gaya dan arahnya pada salah satu titik buhul, kemudian mengambil suatu putaran digambarkan polygon tertutup dari semua gaya yang bekerja pada titik buhul tersebut. Kemudian melanjutkan langkah-langkah yang

sama untuk semua titik buhul sehingga dapat diketahui semua gaya batang beserta arahnya pada struktur jembatan tersebut.

Selain itu ada juga metode yang menggunakan software berbasis analisis struktur seperti SAP 2000, STAAD-PRO, dan ETABS. Metode-metode tersebut dapat digunakan untuk struktur statis tak tentu ataupun tertentu.

Program SAP2000 merupakan pengembangan SAP (structure Analysis Program) yang dibuat oleh Prof. Edward L. Wilson dari University of California at Berkeley, US sekitar tahun 1970. pada tahun 1975 dibentuklah perusahaan Computer & Structure, Inc. dipimpin oleh Ashraf Habibullah yang bertujuan untuk melayani keperluan komersial.

Program SAP2000 dapat melakukan perhitungan analisis struktur statik / dinamik, saat melakukan desain penampang beton bertulang maupun struktur baja, SAP2000 juga menyediakan metode interface (antarmuka) yang secara grafis mudah digunakan dalam proses penyelesaian analisis struktur. Urutan proses analisis dan desain struktur dalam SAP2000 adalah sebagai berikut :

1. Penentuan Model Struktur
2. Penetapan Penampang Struktur
3. Penetapan Penampang Elemen Struktur
4. Penetapan Jenis Tumpuan
5. Penetapan Kondisi Pembebanan
6. Penentuan Beban pada Struktur
7. Analisis Model
8. Penampilan Deformasi Struktur
9. Penampilan gaya-gaya dalam

2.2.6 Konstruksi Baja Canai Dingin

2.2.6.1 Komponen struktur yang menerima aksial tarik

Mendesain sebuah komponen struktur yang menerima gaya aksial tarik (N^*) harus memenuhi syarat berikut ini yang sesuai dengan peraturan SNI 7971-2013 tentang struktur baja ringan

$$N^* \leq \phi_t N_t \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

ϕ_t adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur tarik ($\phi_t = 0,9$)

N_t adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tarik.

Untuk menghitung kapasitas nominal penampang dari sebuah komponen struktur tarik maka diambil nilai terkecil dari (SNI 7971-2013):

$$N_t = A_g f_y \dots\dots\dots (2-3) \text{ dan}$$

$$N_t = 0,85 k_t A_n f_u \dots\dots\dots (2-4)$$

Keterangan:

A_g adalah luas bruto penampang.

f_y adalah tegangan leleh yang digunakan dalam desain.

k_t adalah faktor koreksi untuk distribusi gaya. (lihat tabel 1.1)

A_n adalah luasan netto penampang, diperoleh dengan mengurangi luas bruto penampang dengan luas penampang penetrasi dan lubang termasuk lubang pengencang.

$$A_n = A_g - 2 \cdot d_f \cdot t \dots\dots\dots (2-5)$$

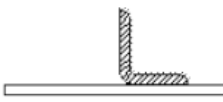
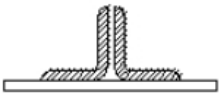
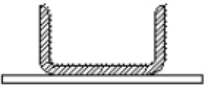
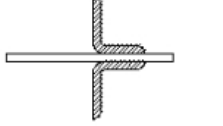
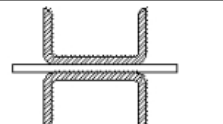
d_f adalah diameter sekrup

t adalah tebal profil

f_u adalah kekuatan tarik yang digunakan dalam desain.

Untuk menentukan nilai k_t dapat dilihat pada tabel 2.1 yang ada di bawah ini.

Tabel 2.1 Faktor koreksi (k_t) untuk elemen yang diarsir

Kasus konfigurasi	Faktor koreksi (k_t)
(i) 	0,75 untuk siku tidak sama kaki yang dihubungkan pada kaki pendeknya 0,85 untuk kasus lainnya
(ii) 	Seperti kasus (i)
(iii) 	0,85
(iv) 	1,0
(v) 	1,0

2.2.6.2 Komponen struktur yang menerima aksial tekan

Mendesain sebuah komponen struktur yang menerima gaya aksial tekan (N^*) harus memenuhi syarat berikut ini (SNI 7971-2013):

$$N^* \leq \phi_c N_s \dots\dots\dots (2-6)$$

$$N^* \leq \phi_c N_c \dots\dots\dots (2-7)$$

Keterangan:

ϕ_c adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur dalam tekan.

N_s adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tekan $=A_e f_y$

ϕ_c adalah luas efektif saat tegangan leleh (f_y)

N_c adalah kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan. $= A_e f_n$

f_n adalah tegangan kritis, harus ditentukan dari persamaan sebagai berikut:

Untuk $\lambda_c \leq 1,5$: $f_n = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$ (2-8)

Untuk $\lambda_c > 1,5$: $f_n = (0,877/\lambda_c^2) f_y$ (2-9)

λ_c adalah kelangsingan nondimensi yang digunakan untuk menentukan f_n

$$= \sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}} \text{ (2-10)}$$

f_{oc} adalah nilai terkecil dari tegangan tekuk lentur, torsi dan lentur-torsi elastis.

Untuk mencari jarak pusat geser (y_0 ; x_0) dapat dilihat pada SNI 7971 pasal E yang disesuaikan dengan profil yang ada yaitu

Tabel 2.2 Rumus mencari jarak pusat geser

Penampang	\bar{x}	x_0
	$\frac{b^2}{a+2b}$	$\frac{b^2}{a+2b} + \frac{3b^2}{6b+a}$
	$\frac{b(b+2c)}{a+2b+2c}$	$\frac{bt(b+2c)}{A} + \frac{bt}{12I_x} (6ca^2 + 3ba^2 - bc^3)$
	$\frac{b(b+2c)}{a+2b+2c}$	$\frac{bt(b+2c)}{A} + \frac{bt}{12I_x} (6ca^2 + 3ba^2 - bc^3)$

Nilai radius girasi (r_{01}) pada penampang terhadap pusat geser yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(10) :



$$r_{01} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2} \dots \dots \dots (2-11)$$

Keterangan:

r_x, r_y adalah radius girasi penampang terhadap sumbu x dan y

x_0, y_0 adalah koordinat pusat geser penampang

Nilai konstanta puntir terhadap lengkung untuk penampang dalam peraturan SNI 7971 pasal E2 yang disesuaikan dengan bentuk profil yaitu

$$m = \frac{a^2 \cdot b^2 \cdot t}{I_x} \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{c}{2b} + \frac{2c^3}{3a^2 \cdot b} \right) \dots \dots \dots (2-12)$$

$$I_w = \frac{b^2 \cdot t}{6} \cdot (4 \cdot c^3 + 6 \cdot a \cdot c^2 + 3 \cdot a^2 \cdot c + a^2 \cdot b) \cdot m^2 \cdot I_x \dots \dots \dots (2-13)$$

Keterangan :

a adalah tinggi profil penampang (mm)

b adalah lebar profil penampang (mm)

c adalah tinggi sayap profil penampang (mm)

t adalah tebal profil penampang (mm)

Nilai konstanta torsi (J) untuk penampang yang sesuai dengan Peraturan SNI pasal E1 yaitu

$$J = \sum \frac{t^3 b}{3} \dots \dots \dots (2-14)$$

Tegangan tekuk elastis (f_{0x}) arah x pada struktur yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(14) :

$$f_{0x} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(l/r_x)^2} \dots \dots \dots (2-15)$$

Keterangan:

E adalah modulus elastisitas profil (2×10^5 Mpa)

l adalah panjang efektif untuk tekuk (mm)

r_x adalah radius girasi penampang terhadap sumbu x (mm)

Tegangan tekuk elastis (f_{0z}) arah z pada struktur tekan yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(12) :

$$f_{0z} = \frac{G \cdot J}{A \cdot r_{01}^2} \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{G \cdot J \cdot l^2} \right) \dots \dots \dots (2-16)$$

Keterangan :

G adalah modulus elastisitas geser (80×10^3 Mpa)

J adalah konstanta torsi untuk penampang

E adalah modulus elastisitas profil (2×10^5 Mpa)

A adalah luasan profil (mm^2)

r_{01} adalah nilai radius girasi (mm)

l_w adalah konstanta puntir lengkung untuk penampang

Tegangan tekuk lateral (f_{oc}) pada struktur yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.4.3 yaitu

$$f_{oc} = \frac{1}{2\beta} \left[(f_{ox} + f_{oz}) - \sqrt{(f_{ox} + f_{oz})^2 - 4\beta \cdot f_{ox} \cdot f_{oz}} \right] \dots\dots\dots (2-17)$$

Keterangan:

f_{ox} adalah tegangan tekuk elastis arah x

f_{oz} adalah tegangan tekuk elastis arah z

β didapat dengan rumus $\beta = 1 - \left(\frac{x_0}{r_{01}} \right)^2 \dots\dots\dots (2-18)$

x_0 adalah jarak pusat geser arah x

r_{01} adalah nilai radius girasi

2.2.6.3 Komponen pada sambungan

Dalam komponen sambungan terdapat beberapa syarat jarak minimal yang harus dilakukan yaitu

- Persyaratan umum : $3,0 \text{ mm} \leq d_f \leq 7,0 \text{ mm}$
- Sambungan sekrup dalam geser (sesuai SNI pasal 5.4.2.1) :
 Jarak minimum : $Jarak \text{ (pusat - pusat)} > 3 \cdot d_f$
 Jarak tepi : $Jarak \text{ (pusat - tepi)} > 3 \cdot d_f$
- Sambungan sekrup dalam tarik (sesuai SNI pasal 5.4.3.1)
 Jarak minimum : $Jarak \text{ (Pusat - tepi)} > 3 \cdot d_f$

a. Analisis sambungan dalam geser

1. Tarik pada bagian tersambung

Kapasitas tarik (N_t^*) dari sambungan sekrup dalam geser (SNI pasal 5.4.2.2)

$$N_t^* \leq \phi N_t \dots\dots\dots (2-19)$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan sekrup dalam tarik ($\phi = 0,65$)

$$N_t = A_n \cdot f_u \dots\dots\dots (2-20)$$

A_n adalah Luasan netto profil

f_u adalah kekuatan tarik yang digunakan dalam desain.



2. Analisis miring dan tumpu lubang

Gaya tumpu desain (V_b^*) pada satu sekrup (SNI pasal 5.4.2.3(1))

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots(2-21)$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sekrup yang menerima miring dan tumpu lubang
($\phi = 0,5$)

V_b adalah kapasitas tumpu nominal bagian tersambung.

Apabila dalam sambungan geser tunggal digunakan sekrup dan kedua lembaran yang tersambung saling kontak maka digunakan syarat sebagai berikut:

a) Untuk $t_2/t_1 = 1,0$ maka harus diambil nilai terkecil dari berikut:

$$1) V_b = 4,2 \sqrt{(t_2^3 \cdot d_f) \cdot f_{u2}} \dots\dots\dots(2-22)$$

$$2) V_b = C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-23)$$

$$3) V_b = C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots(2-24)$$

b) Untuk $t_2/t_1 \geq 2,5$ maka harus diambil nilai terkecil dari berikut:

$$1) V_b = 2,7 t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-25)$$

$$2) V_b = 2,7 t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots(2-26)$$

c) Untuk $1,0 \leq t_2/t_1 \leq 2,5$ maka harus ditentukan dengan cara interpolasi linier antara

nilai kecil dari persamaan (i) hingga persamaan(iii) dan nilai terkecil dari persamaan (iv) dan persamaan (v).

Keterangan:

t_1 adalah tebal lembaran yang kontak dengan kepala sekrup

t_2 adalah lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup

d_f adalah diameter sekrup nominal

f_{u1} adalah kekuatan tarik lembaran yang kontak dengan kepala sekrup

f_{u2} adalah kekuatan tarik lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup

C adalah faktor tumpu (lihat tabel 2.3)

Tabel 2.3 Faktor Tumpu (C)

Rasio diameter pengencang dan ketebalan komponen struktur	Faktor Tumpu (C)
$d_f/t < 6$	2,7
$6 \leq d_f/t \leq 13$	$3,3 - 0,1 (d_f/t)$
$d_f/t > 13$	2,0

- Geser sambungan

Dalam mendesain sekrup harus dihitung geser sambungan yang dibatasi jarak ujung yang sesuai dengan SNI pasal 5.4.2.4 yaitu

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots (2-27)$$

Dimana, ϕ didapat jika

$$f_u/f_y \geq 1,08 \text{ maka } \phi = 0,7$$

$$f_u/f_y < 1,08 \text{ maka } \phi = 0,6$$

$$V_{fv} \text{ didapat dari } V_{fv} = t \cdot e \cdot f_u \dots\dots\dots (2-28)$$

Keterangan :

t adalah tebal bagian yang jarak ujungnya diukur.

e adalah jarak yang diukur pada garis gaya dari pusat lubang standar ke ujung terdekat bagian tersambung

3. Sambungan sekrup dalam tarik

Untuk jarak dari pusat sekrup ke setiap tepi tidak boleh kurang dari $3 d_f$.

- Cabut dan tembus

Didalam SNI pasal 5.4.3.2(1) hanya berlaku untuk sambungan sekrup dalam tarik yang kedua lembaran saling kontak pada titik pengencangan

Gaya tarik desain (N_t^*) pada sekrup harus memenuhi sebagai berikut

$$N_t^* \leq \phi \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

Keterangan:

$$\phi = 0,5$$

N_t adalah kapasitas nominal sambungan dalam tarik.

Dimana, kapasitas nominal (N_t) diambil nilai terkecil dari persamaan berikut:

$$N_t = 0,85 \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \quad \text{untuk } t_2 > 0,9 \text{ mm} \dots\dots\dots(2-30)$$

$$N_t = 1,5 \cdot t_1 \cdot d_w \cdot f_{u1} \quad \text{untuk } 0,5 < t_1 < 1,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(2-31)$$

d_w adalah diameter kepala baut dan diameter ring yang lebih besar tetapi tidak lebih besar dari 12,5 mm.

- Kapasitas tarik desain (N_t^*) pada sekrup

$$N_u = \text{Jumlah sekrup} \cdot N_t^* \dots\dots\dots(2-32)$$

2.2.6.4 Batasan Dimensi

Dalam mendesain sebuah profil tentunya ada batasan-batasan agar tidak mengalami kegagalan pada profil seperti tekuk pada profil. Sesuai yang ada di peraturan SNI 7971:2013 tentang struktur baja canai dingin.

2.2.6.4.1 Rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan

Sesuai dengan SNI pasal 2.1.3.1 disebutkan bahwa rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan (b/t) harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Untuk elemen tekan dengan pengaku yang mempunyai satu tepi longitudinal yang terhubung dengan pelat badan atau sayap dan elemen lain yang diperkaku oleh:
 - Lip sederhana..... 60; dan
 - Bentuk-bentuk pengaku lain dengan ketentuan :
 - $I_s < I_a$ 60; dan
 - $I_s \geq I_a$ 90.
- Untuk elemen tekan dengan pengaku dimana kedua tepi longitudinalnya terhubung ke elemen lain yang diperkaku..... 500.
- Untuk elemen tekan tanpa pengaku..... 60.

2.2.6.4.2 Rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan

Rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan (d_1/t_w) untuk omponen struktur lentur tidak boleh melebihi nilai-nilai berikut in:

- Untuk pelat badan tanpa pengaku: d_1/t_w 200.
- Untuk elat badan dengan pengaku transversal yang memenuhi syarat pasal 3.3.8.1 :
 - jika hanya menggunakan pengaku tumpu: d_1/t_w 260; dan
 - jika menggunakan pengaku tumpu dan pengaku antara : d_1/t_w 300.

2.3 Beban

2.3.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan (RSNI T-02-2005). Beban primer terdiri dari:

1. Beban Mati

Beban Mati adalah berat masing-masing bagian struktural dan elemen-elemen non-struktural yang dipikul. Setiap berat elemen ini harus dianggap terintegrasi pada waktu menerapkan faktor beban biasa dan yang terkurangi. Untuk menentukan besarnya beban dari berat struktural, maka harus digunakan nilai berat isi untuk bahan – bahan bangunan tersebut pada Tabel dibawah ini (RSNI T-02-2005):

Tabel 2.4 Berat isi untuk beban mati

No.	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m ³)	Kerapatan Massa (kg/m ³)
1	Campuran Aluminium	26,7	2720
2	Lapisan Permukaan Beraspal	22	2240
3	Besi Tuang	71	7200
4	Timbunan Tanah Dipadatkan	17,2	1760
5	Kerikil Dipadatkan	18,8-22,7	1920-2320
6	Aspal Beton	22	2240
7	Beton Ringan	12,25-19,6	1250-2000
8	Beton	22-25	2240-2560
9	Beton Prategang	25-26	2560-2640
10	Beton Bertulang	23,5-25,5	2400-2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung Lepas	12,5	1280
13	Batu Pasangan	23,5	2400
14	Neoprin	11,3	1150
15	Pasir Kering	15,7-17,2	1600-1760
16	Pasir Basah	18-18,8	1840-1920
17	Pasir Lunak	17,2	1760
18	Baja	77	7850
19	Kayu (Ringan)	7,8	800
20	Kayu (Keras)	11	1120

No.	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m ³)	Kerapatan Massa (kg/m ³)
21	Air Murni	9,8	1000
22	Air Garam	10	1025
23	Besi Tempa	75,5	7680

2. Beban Hidup

Semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak atau lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan merupakan beban jalur untuk gelagar (RSNI T-02-2005). Untuk jembatan pejalan kaki maka digunakan lalu lintas pejalan kaki (pedestrian) dengan beban rencana 500 kg/m².

2.3.2 Beban Sekunder

Beban Sekunder merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Menurut Supriyadi dan Agus (2007) beban sekunder terdiri dari:

1. Beban Angin

Pada jembatan pengaruh beban muatan angin sebesar 150 kg/m² yang ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus terhadap sumbu memanjang jembatan. Dalam menghitung luas bagian-bagian sisi jembatan yang terkena angin dapat menggunakan ketentuan dalam sebagai berikut:

a. Keadaan tanpa beban hidup

1. Untuk jembatan gelagar penuh diambil 100 % luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 50 % luas bidang sisi lainnya.
2. Untuk jembatan rangka diambil 30 % luas bagian sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 15 % luas bidang sisi lainnya.

b. Keadaan dengan beban hidup

- 1) Untuk jembatan diambil sebesar 50 % terhadap luas bidang sisi yang langsung terkena angin.
- 2) Untuk beban hidup diambil sebesar 100 % luas bidang sisi yang langsung terkena angin.

2. Gaya Akibat Perbedaan Suhu

Gaya akibat perbedaan suhu merupakan gaya yang perlu diperhitungkan pada pembebanan jembatan yang disebabkan karena adanya perubahan bentuk akibat perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan, baik yang menggunakan bahan yang sama maupun

dengan bahan yang berbeda. Perbedaan suhu ditetapkan sesuai dengan data perkembangan suhu setempat.

3. Muatan Akibat Gempa Bumi

Beban gempa merupakan beban karena pengaruh gempa di daerah rawan gempa. Jembatan – jembatan yang akan dibangun pada daerah dimana diperkirakan terjadi pengaruh gempa bumi, harus direncanakan dengan memperhitungkan pengaruh-gempa bumi tersebut.

4. Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan-tumpuan yang Bergerak

Gaya akibat gesekan pada tumpuan-tumpuan yang bergerak disebabkan karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu dan akibat-akibat faktor-faktor lain, maka jembatan harus memperhitungkan terhadap adanya gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak. Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau akibat beban mati saja, sedangkan besarnya ditentukan berdasarkan koefisien gesek pada tumpuan yang bersangkutan. Untuk koefisien gesek pada tumpuan memiliki nilai sebagai berikut:

a. Tumpuan rol baja:

- 1) Dengan satu atau dua rol 0,01
- 2) Dengan tiga rol atau lebih 0,05

b. Tumpuan gesekan:

- 1) Antara baja dengan campuran tembaga keras dan baja 0,15
- 2) Antara baja dengan baja atau besi tuang 0,25
- 3) Antara karet dengan baja/beton 0,5-0,18

2.4 Alat sambung

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen menjadi satu kesatuan struktur dengan menggunakan alat pengencang. Alat pengencang yang biasa digunakan adalah sambungan las, paku keling, sambungan sekrup, dan sambungan baut mutu tinggi. Baut mutu tinggi telah menggantikan penggunaan paku keling karena baut mutu tinggi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan paku keling seperti kemampuan menerima gaya yang lebih besar, penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit dan lain-lain.

Untuk struktur jembatan rangka baja ringan menggunakan sambungan sekrup. Untuk sambungan sekrup pada baja ringan telah diatur dalam peraturan SNI 7971-2013 tentang struktur baja ringan sebagai berikut:

2.4.1 Sambungan sekrup (gaya tarik)

Gaya tarik desain (N_t^*) pada penampang neto harus memenuhi (SNI 7971-2013):

$$N_t^* \leq \phi N_t \dots\dots\dots(2-33)$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan sekrup dalam tarik. ($\phi = 0,65$)

N_t adalah kapasitas tarik nominal penampang neto bagian tersambung

$= (2,5 d_f / S_f) A_n f_u \leq A_n f_u \rightarrow$ untuk sekrup tunggal, atau satu baris sekrup tegak lurus gaya

$= A_n f_u \rightarrow$ untuk sekrup majemuk segaris dengan gaya

d_f adalah diameter sekrup nominal.

S_f adalah jarak sekrup tegak lurus garis gaya; atau lebar lembaran pada kasus sekrup tunggal.

A_n adalah luas neto bagian tersambung.

2.4.2 Sambungan sekrup (gaya geser)

Gaya geser desain harus memenuhi syarat sebagai berikut (SNI 7971-2013):

$$V_{fv}^* \leq \phi V_{fv} \dots\dots\dots(2-34)$$

Jika $f_u / f_y \geq 1,08$, $\phi = 0,7$

Jika $f_u / f_y < 1,08$, $\phi = 0,6$

Jika jarak ke suatu tepi bagian tersambung sejajar dengan garis gaya yang bekerja, gaya geser nominal harus dihitung sebagai berikut (SNI 7971-2013):

$$V_{fv} \leq t e f_u \dots\dots\dots(2-35)$$

Keterangan

t adalah tebal bagian yang jarak ujungnya diukur.

e adalah jarak yang diukur pada garis gaya dari pusat lubang standar ke ujung terdekat bagian tersambung

2.5 Peraturan yang Digunakan dalam Perancangan Jembatan

Pada saat perancangan sebuah jembatan tersebut maka akan mengacu pada beberapa peraturan yang berlaku dalam perencanaan jembatan. Peraturan yang digunakan antara lain:

- RSNI T-02-2005 (Pembebanan untuk Jembatan)
- AISC LRFD (*Manual of Structural Steel Construction*)
- SNI-7971-2013 (Struktur Baja Canai Dingin)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Pembahasan

Langkah-langkah untuk menganalisis pengaruh perkuatan sambungan pada struktur jembatan rangka canai dingin terhadap lendutan antara lain:

3.1.1 Penentuan model Struktur jembatan

Dalam menentukan model struktur rangka baja ringan (*Cold Formed*) telah ditetapkan dari awal dengan dimensi tinggi 60 cm dan panjang 4 meter. Model struktur tersebut dibagi menjadi 4 segmen dan terdapat 3 model struktur rangka 2 dimensi. Pemodelan struktur rangka dapat dilihat pada gambar 3.1 hingga gambar 3.3

3.1.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai peraturan yang berlaku dan sesuai dengan yang terdapat di pasaran seperti dimensi profil rangka baja ringan (*Cold Formed*), mutu profil dan lain-lain. Mutu baja ringan di dapat melalui pengujian di laboratorium, untuk dimensi profil rangka baja ringan dilakukan pengukuran dengan menggunakan jangka sorong.

3.1.3 Perhitungan Pembebanan

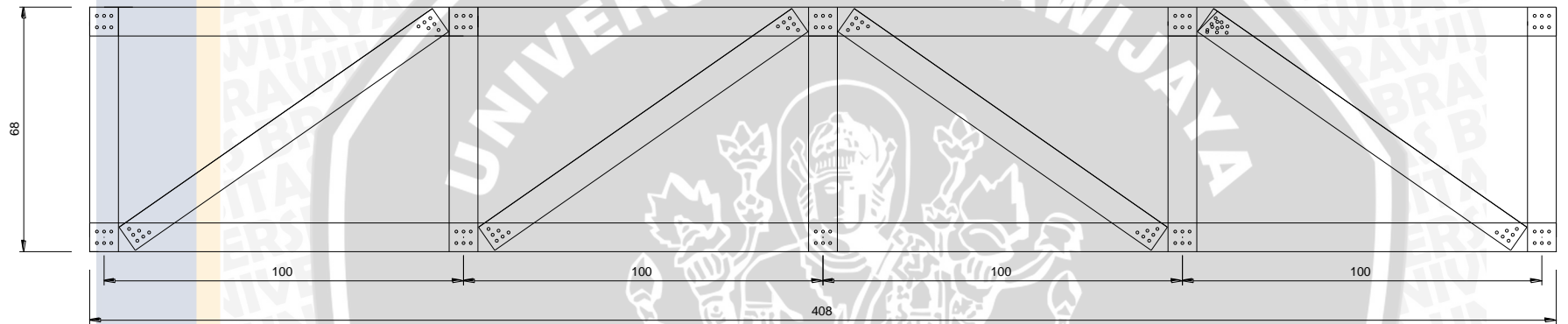
Untuk perhitungan pembebanan dilakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku dan mendekati dengan kondisi sebenarnya seperti beban pejalan kaki, berat sendiri dan lain-lain.

3.1.4 Analisis Data

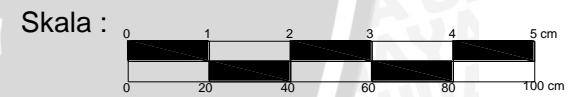
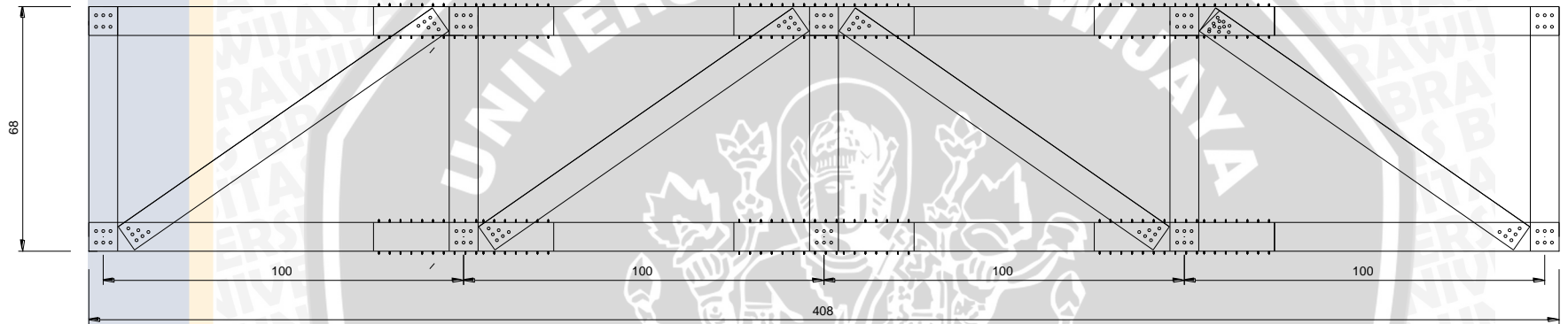
Langkah awal yang akan dilakukan dalam menganalisis data adalah menghitung kapasitas profil untuk mengetahui seberapa besar kemampuan profil menahan beban yang sesuai peraturan SNI-7971 tentang struktur canai dingin. Langkah selanjutnya adalah menganalisis menggunakan SAP 2000 untuk mengetahui lendutan serta gaya dalam struktur rangka tersebut. Lalu cek lendutan tersebut dengan lendutan izin yang berlaku.

3.1.5 Kesimpulan dan saran

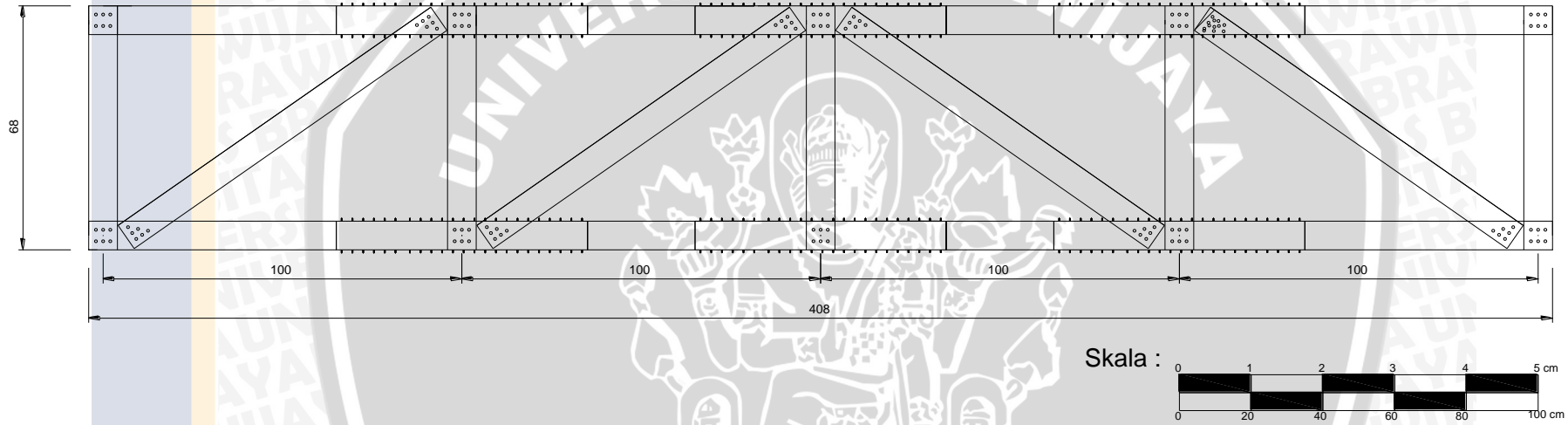
Menarik kesimpulan dari seluruh analisis tersebut dan memberikan suatu saran bagi yang berkepentingan dengan studi ini.



Gambar 3.1 Model 1 Tanpa Sambungan

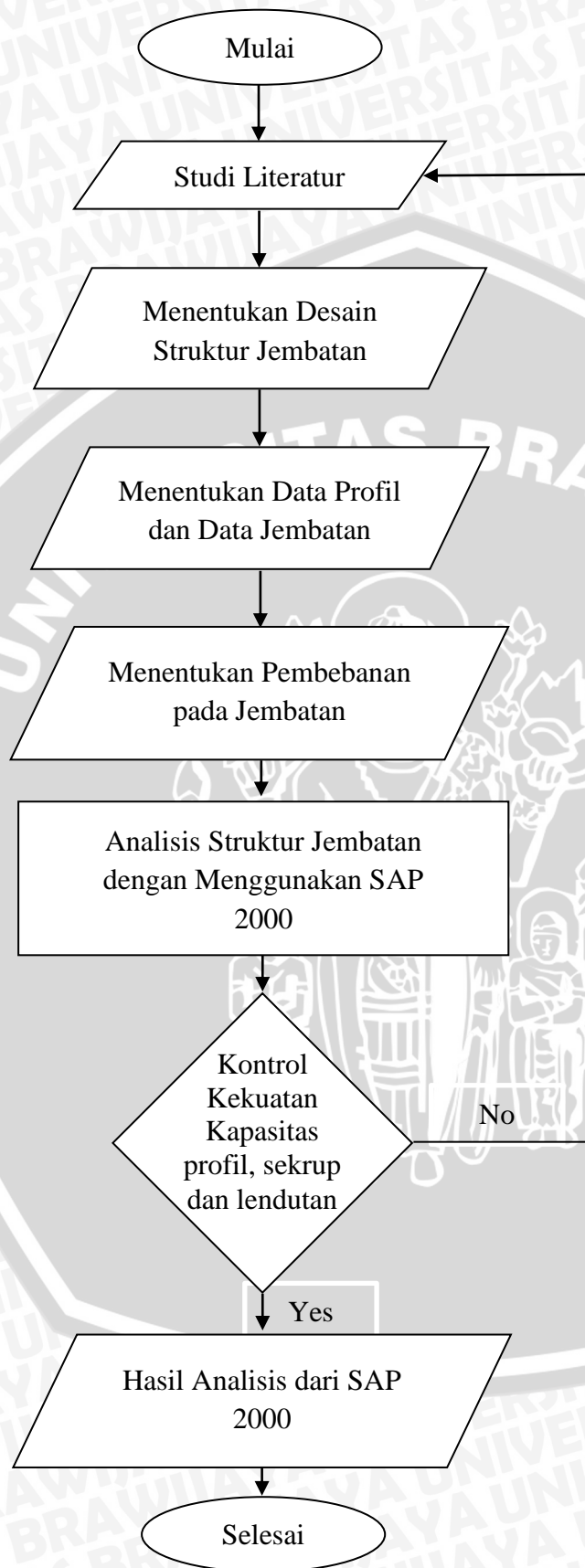


Gambar 3.2 Model 2 Dengan Sambungan panjang 50cm



Gambar 3.3 Model 3 Dengan Sambungan panjang 70cm

3.2 Flowchart





**BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Bahan Baja Ringan Profil C 80.35.0,75.0,75



Data Profil :

Tinggi Profil	: 80	mm
Lebar Profil	: 35	mm
Tebal Profil	: 0,75	mm
Luas Profil	: 123,4795	mm ²
Momen Inersia arah x (I _x)	: 126593,9	mm ⁴
Momen Inersia arah y (I _y)	: 21345,092	mm ⁴
Area Geser arah y (A _y)	: 57,375	mm ²
Area Geser arah z (A _z)	: 47,25	mm ²
Section Modulus arah x (S _x)	: 3164,8474	mm ³
Section Modulus arah y (S _y)	: 899,0847	mm ³
Plastic Modulus arah x (Z _x)	: 3164,8474	mm ³
Plastic Modulus arah y (Z _y)	: 899,0847	mm ³
Radius of Gyration arah x (r _x)	: 32,0191	mm
Radius of Gyration arah y (r _y)	: 13,1478	mm
Mutu Bahan G550	<i>f_u</i> : 550	MPa
	<i>f_y</i> : 550	Mpa



4.2 Analisis Kapasitas Penampang

4.2.1 Kapasitas Tarik

- Luas bruto penampang (A_g)

$$A_g = 123,4795 \text{ mm}^2$$

- Kekuatan tarik untuk desain (SNI 7971 pasal 1.5.1.4 (b)):

$$f_u = 550 \text{ MPa}$$

- Tegangan leleh untuk desain (SNI 7971 pasal 1.5.1.4 (b)):

$$f_y = 90\% \times f_u$$

$$= 0,9 \times 550$$

$$= 495 \text{ MPa}$$

- Syarat desain Tarik (SNI 7971 Pasal 3.2.1) :

$$N_t^* \leq \phi N_t \dots\dots\dots(2-2)$$

$$N_t = A_g \cdot f_y \dots\dots\dots(2-3)$$

$$= 123,4795 \cdot 495$$

$$= 61122,3525 \text{ N}$$

$$A_n = A_g - 2 \cdot d_f \cdot t \dots\dots\dots(2-5)$$

$$= 123,4795 - (2 \cdot 4,8 \cdot 0,75)$$

$$= 116,2795 \text{ mm}^2$$

$$N_t = 0,85 k_t A_n f_u \dots\dots\dots(2-4)$$

$$= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 116,2795 \cdot 550$$

$$= 46206,5663 \text{ N}$$

$$N_t^* \leq \phi_t N_t \dots\dots\dots(2-2)$$

$$\leq 0,9 \cdot 46206,5663$$

$$\leq 41585,91 \text{ N}$$

» Maka **nilai kapasitas tarik maksimum** untuk baja ringan tersebut adalah **41585,91 N**

4.2.2 Kapasitas Tekan

Diketahui :

$$bf = 35 \quad \text{mm}$$

$$a = 80 \quad \text{mm}$$

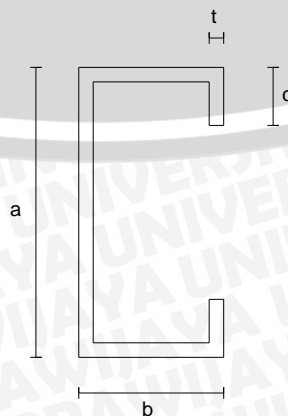
$$b = 35 \quad \text{mm}$$

$$c = 10 \quad \text{mm}$$

$$I_x = 126593,9 \quad \text{mm}^4$$

$$A = 123,4795 \quad \text{mm}^2$$

$$t = 0,75 \quad \text{mm}$$



$$r_x = 32,0191 \quad \text{mm}$$

$$r_y = 13,1478 \quad \text{mm}$$

$$l = 1000 \quad \text{mm}$$

Sesuai peraturan SNI 7971 pasal 1.5.1.4 maka nilai f_y sebesar 90% dari nilai yang sebenarnya maka

$$f_y = 550 \times 90\%$$

$$= 495 \text{ Mpa}$$

$$f_u = 550 \text{ Mpa}$$

- Mencari nilai jarak pusat geser ($y_0 ; x_0$) yang sesuai dengan peraturan SNI tabel E1 :

$$y_0 = 0 \text{ mm}$$

$$x_0 = \frac{b \cdot t \cdot (b+2c)}{A} + \frac{b \cdot t}{12 \cdot I_x} (6 \cdot c \cdot a^2 + 3 \cdot b \cdot a^2 - b \cdot c^3) x_0$$

$$= \frac{35 \cdot 0,75 \cdot (35 + 2 \cdot 10)}{123,4795} + \frac{35 \cdot 0,75}{12 \cdot 126593,9} (6 \cdot 10 \cdot 80^2 + 3 \cdot 35 \cdot 80^2 - 35 \cdot 10^3)$$

$$= 29,335 \text{ mm}$$

- Mencari nilai radius girasi (r_{01}) pada penampang terhadap pusat geser yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(10) :

$$r_{01} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2} \dots\dots\dots (2-11)$$

$$= \sqrt{32,0191^2 + 13,1478^2 + 29,335^2 + 0^2}$$

$$r_{01} = 45,372 \text{ mm}$$

- Mencari nilai konstanta puntir terhadap lengkung untuk penampang dalam peraturan SNI pasal E2 :

$$m = \frac{a^2 \cdot b^2 \cdot t}{I_x} \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{c}{2 \cdot b} + \frac{2 \cdot c^3}{3 \cdot a^2 \cdot b} \right) \dots\dots\dots (2-12)$$

$$= \frac{80^2 \cdot 35^2 \cdot 0,75}{126593,9} \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{10}{2 \cdot 35} + \frac{2 \cdot 10^3}{3 \cdot 80^2 \cdot 35} \right)$$

$$= 18,386$$

$$I_w = \frac{b^2 \cdot t}{6} \cdot (4 \cdot c^3 + 6 \cdot a \cdot c^2 + 3 \cdot a^2 \cdot c + a^2 \cdot b) \cdot m^2 \cdot I_x \dots\dots\dots (2-13)$$

$$= \frac{35^2 \cdot 0,75}{6} \cdot (4 \cdot 10^3 + 6 \cdot 80 \cdot 10^2 + 3 \cdot 80^2 \cdot 10 + 80^2 \cdot 35) \cdot 18,386^2 \cdot 126593,9$$

$$= 3,067 \cdot 10^{15}$$

- Mencari nilai konstanta torsi (J) untuk penampang yang sesuai dengan Peraturan SNI pasal E1 (dalam catatan pasal E1) :

$$\begin{aligned}
 J &= \sum \frac{t^3 b}{3} \dots\dots\dots(2-14) \\
 &= \frac{t^3 \cdot (b_f + d_1)}{3} \\
 &= \frac{0,75^3 \cdot (35 + 10)}{3} \\
 &= 6,328
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tegangan tekuk elastis (f_{0x}) arah x pada struktur yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(14) :

$$\begin{aligned}
 f_{0x} &= \frac{\pi^2 \cdot E}{(l/r_x)^2} \dots\dots\dots(2-15) \\
 &= \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{(1000/32,0191)^2} \\
 &= 2023,709 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tegangan tekuk elastis (f_{0z}) arah z pada struktur tekan yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.3.3.2(12) :

$$\begin{aligned}
 f_{0z} &= \frac{G \cdot J}{A \cdot r_{o1}^2} \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{G \cdot J \cdot l^2} \right) \dots\dots\dots(2-16) \\
 f_{0z} &= \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 6,328}{123,4795 \cdot 45,372^2} \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3,067 \cdot 10^{15}}{8 \cdot 10^4 \cdot 6,328 \cdot 1000^2} \right) \\
 f_{0z} &= 2,382 \cdot 10^{10} \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tegangan tekuk lateral (f_{oc}) pada struktur yang sesuai dengan peraturan SNI pasal 3.4.3 :

$$\begin{aligned}
 \beta &= 1 - \left(\frac{x_0}{r_{o1}} \right)^2 \dots\dots\dots(2-18) \\
 &= 1 - \left(\frac{29,335}{45,372} \right)^2 \\
 &= 0,582
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{oc} &= \frac{1}{2\beta} \left[(f_{ox} + f_{oz}) - \sqrt{(f_{ox} + f_{oz})^2 - 4\beta \cdot f_{ox} \cdot f_{oz}} \right] \dots\dots\dots(2-17) \\
 &= \frac{1}{2 \cdot 0,582} \left[(2023,709 + 2,382 \cdot 10^{10}) \right. \\
 &\quad \left. - \sqrt{(2023,709 + 2,382 \cdot 10^{10})^2 - 4 \cdot 0,582 \cdot 2023,709 \cdot 2,382 \cdot 10^{10}} \right] \\
 &= 2023,709 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{oc} = f_{oxz} &= \frac{f_{oz} \cdot f_{ox}}{(f_{oz} + f_{ox})} \\
 &= \frac{(2,382 \cdot 10^{10} \cdot 2023,709)}{(2,382 \cdot 10^{10} + 2023,709)}
 \end{aligned}$$

$$= 2023,709 \text{ MPa}$$

» Maka **nilai tegangan tekuk lateral** (f_{oc}) yang diambil adalah **2023,709 MPa**

- Perhitungan untuk mencari nilai tegangan kritis (f_n)

- Perhitungan rasio kelangsingan

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}} = \sqrt{\frac{495}{2023,709}} = 0,4946 \dots\dots\dots (2-10)$$

Dengan nilai $\lambda_c \leq 1,5$ maka persamaan untuk mencari nilai tegangan kritis (f_n) sesuai dengan SNI pasal 3.4.1(5) adalah

$$\begin{aligned} f_n &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \dots\dots\dots (2-8) \\ &= (0,658^{0,4946^2}) \cdot 495 \\ &= 446,826 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- Mencari nilai kapasitas tekan (N^*) sesuai SNI pasal 3.4.1

- Perhitungan luas efektif

$$\begin{aligned} A_e &= A_n - 2 (d_f \cdot t_f) \\ A_e &= 123,4795 - 2 (4,8,0,75) \\ A_e &= 116,2795 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Kapasitas penampang nominal (N_s) dalam komponen struktur tekan

$$\begin{aligned} N_s &= A_e \cdot f_y \\ N_s &= 116,2795 \cdot 495 \\ N_s &= 57558,3525 \text{ N} \end{aligned}$$

- Kapasitas komponen struktur nominal (N_c) dari komponen struktur dalam tekan

$$\begin{aligned} N_c &= A_e \cdot f_n \\ N_s &= 116,2795 \cdot 446,826 \\ N_s &= 51956,704 \text{ N} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai kapasitas dari komponen struktur tekan. Sehingga perhitungan untuk kapasitas nominal desain dari struktur tekan tersebut yaitu :

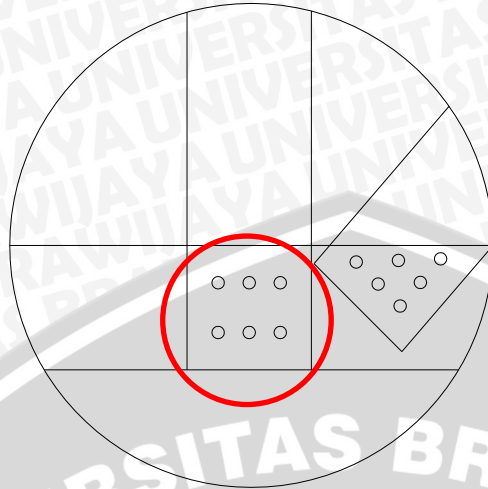
$$\begin{aligned} N^* &\leq \phi_c \cdot N_s \dots\dots\dots (2-6) \\ &\leq 0,85 \cdot 57558,3525 \\ &\leq 48924,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N^* &\leq \phi_c \cdot N_c \dots\dots\dots (2-7) \\ &\leq 0,85 \cdot 51956,704 \\ &\leq 44163,198 \text{ N} \end{aligned}$$

» Maka **nilai kapasitas tekan nominal** penampang adalah **44163,198 N**

4.3 Analisis Sambungan Sekrup

4.3.1 Sambungan 6 Sekrup



Diketahui :

Diameter sekrup	: 4,8	mm
Diameter kepala ring dan sekrup	: 12,192	mm
Kapasitas tegangan leleh (f_y)	: 550	Mpa
Kapasitas tegangan tarik (f_u)	: $550 \cdot 90\% = 495$	Mpa
Perhitungan luas profil	: 123,4795	mm ²

4.3.1.1 Pemeriksaan jarak

- Persyaratan umum (sesuai SNI pasal 5.4.1):

$$3,0 \text{ mm} \leq d_f \leq 7,0 \text{ mm}$$

$$3,0 \text{ mm} \leq 4,8 \leq 7,0 \text{ mm}$$

- Sambungan sekrup dalam geser (sesuai SNI pasal 5.4.2.1):

$$\text{Jarak minimum} : 32 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - pusat}) : 32 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 32 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tepi} : 24 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - Tepi}) : 24 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 24 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

- Sambungan sekrup dalam tarik (sesuai SNI pasal 5.4.3.1)

$$\text{Jarak minimum} : 24 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - tepi}) : 24 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 24 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

4.3.1.2 Analisis sambungan dalam geser

4.3.1.2.1 Tarik pada bagian tersambung

- Perhitungan luas netto

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 3 \cdot d_f \cdot t_f \\ &= 123,4795 - 3 \cdot 4,8 \cdot 0,75 \\ &= 112,6795 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Kapasitas Tarik (N_t^*) dari sambungan sekrup dalam geser (SNI pasal 5.4.2.2)

$$\begin{aligned} N_t^* &\leq \phi N_t \dots\dots\dots (2-19) \\ &\leq 0,65 \cdot A_n \cdot f_u \\ &\leq 0,65 \cdot 112,6795 \cdot 495 \\ N_t^* &\leq 36254,629 \text{ N} \end{aligned}$$

» Maka **nilai kapasitas tarik** dalam geser dari sambungan sekrup adalah **36254,629 N**

4.3.1.2.2 Analisis miring dan tumpu lubang

- Gaya tumpu desain (V_b^*) pada satu sekrup (SNI pasal 5.4.2.3(1))

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots (2-21)$$

- Mencari nilai faktor tumpu (C) (SNI tabel 5.4.2.3)

$$6 \leq d_f/t \leq 13$$

$$6 \leq 4,8/0,75 \leq 13$$

$$6 \leq 6,4 \leq 13$$

» maka nilai faktor tumpu (C) = $3,3 - 0,1 \frac{d_f}{t}$

$$\text{maka nilai faktor tumpu (C)} = 3,3 - 0,1 \frac{4,8}{0,75}$$

$$\text{maka nilai faktor tumpu (C)} = 3,3 - 0,1 \cdot 6,4$$

» maka nilai faktor tumpu (C) = 2,66

- Perbandingan antara tebal 1 dan tebal 2 untuk menentukan persamaan kapasitas tumpu nominal (V_b)

$$t_2/t_1 = 0,75/0,75 = 1$$

» maka persamaan yang digunakan adalah

$$V_b = 4,2 \sqrt{(t_2^3 \cdot d_f) \cdot f_{u2}} \dots\dots\dots (2-22)$$

$$= 4,2\sqrt{(0,75^3 \cdot 4,8 \cdot 495)}$$

$$= 2958,469 \text{ N}$$

$$V_b = C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-23)$$

$$= 2,66 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$= 4740,12 \text{ N}$$

$$V_b = C \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots(2-24)$$

$$= 2,66 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$= 4740,12 \text{ N}$$

sehingga nilai kapasitas tumpu nominal (V_b) yang digunakan adalah 2958,469 N, maka untuk mencari nilai gaya tumpu desain (V_b^*):

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots(2-21)$$

$$\leq 0,5 \cdot 2958,469$$

$$V_b^* \leq 1479,2345 \text{ N}$$

Jadi perhitungan kapasitas tumpu pada bagian yang tersambung untuk 6 baut adalah

$$N_u = 6 \cdot V_b^*$$

$$= 6 \cdot 1479,2345$$

$$= 8875,407 \text{ N}$$

» maka **nilai kapasitas tumpu sekrup** untuk 6 buah sekrup pada bagian sambungan adalah **8875,407 N**

4.3.1.2.3 Geser sambungan

Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung (SNI pasal 5.4.2.4)

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots(2-27)$$

Dari $f_u/f_y = 495/550 = 0,9 < 1,08$ maka nilai $\phi = 0,6$

Perhitungan kapasitas geser sambungan (V_{fv}^*) yang dibatasi jarak ujung

$$V_{fv} = t \cdot e \cdot f_u \dots\dots\dots(2-28)$$

$$= 0,75 \cdot 24 \cdot 495$$

$$= 8910 \text{ N}$$

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots(2-27)$$

$$\leq 0,6 \cdot 8910$$

$$\leq 5346 \text{ N}$$



» maka **nilai kapasitas geser sambungan** desain yang dibatasi jarak ujung pada bagian sambungan adalah **5346 N**.

4.3.1.3 Sambungan sekrup dalam tarik

4.3.1.3.1 Cabut dan tembus (SNI pasal 5.4.3.2(1))

$$N_t^* \leq \emptyset \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

- Perhitungan kapasitas nominal sambungan dalam tarik (N_t) (SNI pasal 5.4.3.2(2))

$$N_t = 0,85 \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots (2-30)$$

$$= 0,85 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$= 1514,7 \text{ N}$$

$$N_t = 1,5 \cdot t_1 \cdot d_w \cdot f_{u1} \dots\dots\dots (2-31)$$

$$= 1,5 \cdot 0,75 \cdot 12,192 \cdot 495$$

$$= 6789,42 \text{ N}$$

Maka nilai N_t yang digunakan adalah 1514,7 N sehingga

$$N_t^* \leq \emptyset \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

$$N_t^* \leq 0,5 \cdot 1514,7$$

$$N_t^* \leq 757,35 \text{ N}$$

4.3.1.3.2 Kapasitas tarik desain (N_t^*) pada sekrup

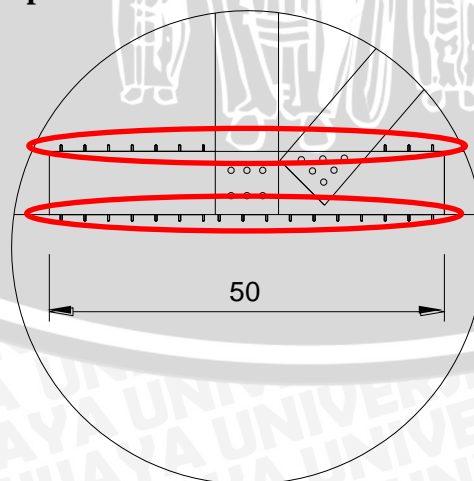
$$N_u = 6 \cdot N_t^* \dots\dots\dots (2-32)$$

$$N_u = 6 \cdot 757,35$$

$$N_u = 4544,1 \text{ N}$$

» Jadi untuk **kapasitas tarik desain** pada sekrup untuk sambungan adalah **4544,1 N**

4.3.2 Sambungan 18 Sekrup



Diketahui :

Diameter sekrup : 4,2 mm

Diameter kepala ring dan sekrup : 8 mm

Kapasitas tegangan leleh (f_y)	: 550	Mpa
Kapasitas tegangan tarik (f_u)	: $550 \cdot 90\% = 495$	Mpa
Perhitungan luas profil	: 123,4795	mm ²

4.3.2.1 Pemeriksaan jarak

- Persyaratan umum (sesuai SNI pasal 5.4.1) :
 - $3,0 \text{ mm} \leq d_f \leq 7,0 \text{ mm}$
 - $3,0 \text{ mm} \leq 4,2 \leq 7,0 \text{ mm}$
- Sambungan sekrup dalam geser (sesuai SNI pasal 5.4.2.1) :
 - Jarak minimum : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - pusat) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
: $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$
 - Jarak tepi : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - Tepi) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
: $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$
- Sambungan sekrup dalam tarik (sesuai SNI pasal 5.4.3.1)
 - Jarak minimum : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - tepi) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
: $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$

4.3.2.2 Analisis sambungan dalam geser
4.3.2.2.1 Tarik pada bagian tersambung

- Perhitungan luas netto
 - $A_n = A_g - 2 \cdot d_f \cdot t_f$
 - $= 123,4795 - 2 \cdot 4,2 \cdot 0,75$
 - $= 117,1795 \text{ mm}^2$
- Kapasitas Tarik (N_t^*) dari sambungan sekrup dalam geser (SNI pasal 5.4.2.2)
 - $N_t^* \leq \phi N_t \dots\dots\dots(2-19)$
 - $\leq 0,65 \cdot A_n \cdot f_u$
 - $\leq 0,65 \cdot 117,1795 \cdot 495$
 - $\leq 37702,504 \text{ N}$

» Maka **nilai kapasitas tarik** dalam geser dari sambungan sekrup adalah **37702,504 N**

4.3.2.2.2 Analisis miring dan tumpu lubang

- Gaya tumpu desain (V_b^*) pada satu sekrup (SNI pasal 5.4.2.3(1))
 - $V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots(2-21)$

- Mencari nilai faktor tumpu (C) (SNI tabel 5.4.2.3)

$$d_f/t < 6$$

$$4,2/0,75 < 6$$

$$5,6 < 6$$

» maka nilai faktor tumpu (C) = 2,7

- Perbandingan antara tebal 1 dan tebal 2 untuk menentukan persamaan kapasitas tumpu nominal (V_b)

$$t_2/t_1 = 0,75/0,75 = 1$$

»» maka persamaan yang digunakan adalah

$$V_b = 4,2 \sqrt{(t_2^3 \cdot d_f) \cdot f_{u2}} \dots \dots \dots (2-22)$$

$$V_b = 4,2 \sqrt{(0,75^3 \cdot 4,2) \cdot 495}$$

$$V_b = 2767,394 \text{ N}$$

$$V_b = C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots \dots \dots (2-23)$$

$$V_b = 2,7 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495$$

$$V_b = 4209,975 \text{ N}$$

$$V_b = C \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots \dots \dots (2-24)$$

$$V_b = 2,7 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495$$

$$V_b = 4209,975 \text{ N}$$

sehingga nilai kapasitas tumpu nominal (V_b) yang digunakan adalah 2767,394 N, maka untuk mencari nilai gaya tumpu desain (V_b^*):

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots \dots \dots (2-21)$$

$$\leq 0,5 \cdot 2767,394$$

$$\leq 1383,697 \text{ N}$$

Jadi perhitungan kapasitas tumpu pada bagian yang tersambung untuk 18 baut adalah

$$N_u = 18 \cdot V_b^*$$

$$= 18 \cdot 1383,697$$

$$= 24906,546 \text{ N}$$

»» maka **nilai kapasitas tumpu sekrup** untuk 18 buah sekrup pada bagian sambungan adalah **24906,546 N**

4.3.2.2.3 Geser sambungan

Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung (SNI pasal 5.4.2.4)

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots(2-27)$$

Dari $f_u/f_y = 495/550 = 0,9 < 1.08$ maka nilai $\phi = 0,6$

Perhitungan kapasitas geser sambungan (V_{fv}^*) yang dibatasi jarak ujung

$$V_{fv} = t \cdot e \cdot f_u \dots\dots\dots(2-28)$$

$$= 0,75 \cdot 50 \cdot 495$$

$$= 18562,5 \text{ N}$$

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots(2-27)$$

$$\leq 0,6 \cdot 18562,5$$

$$\leq 11137,5 \text{ N}$$

» maka **nilai kapasitas geser sambungan desain** yang dibatasi jarak ujung pada bagian sambungan adalah **11137,5 N**.

4.3.2.3 Sambungan sekrup dalam tarik

4.3.2.3.1 Cabut dan tembus (SNI pasal 5.4.3.2(1))

$$N_t^* \leq \phi \cdot N_t \dots\dots\dots(2-29)$$

- Perhitungan kapasitas nominal sambungan dalam tarik (N_t) (SNI pasal 5.4.3.2(2))

$$N_t = 0,85 \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots(2-30)$$

$$= 0,85 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495$$

$$= 1325,3625 \text{ N}$$

$$N_t = 1,5 \cdot t_1 \cdot d_w \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-31)$$

$$= 1,5 \cdot 0,75 \cdot 8 \cdot 495$$

$$= 4455 \text{ N}$$

Maka nilai N_t yang digunakan adalah 1325,3625 N sehingga

$$N_t^* \leq \phi \cdot N_t \dots\dots\dots(2-29)$$

$$\leq 0,5 \cdot 1325,3625$$

$$\leq 662,681 \text{ N}$$

4.3.2.3.2 Kapasitas tarik desain (N_t^*) pada sekrup

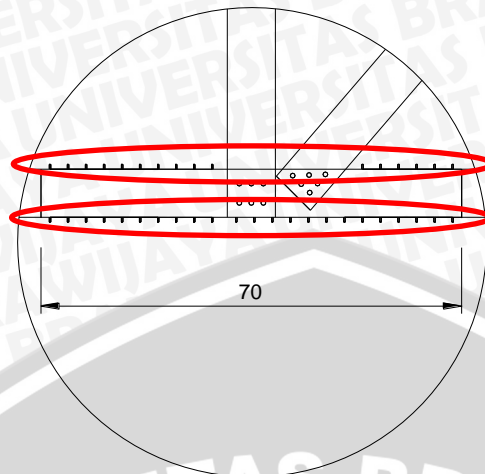
$$N_u = 18 \cdot N_t^*$$

$$= 18 \cdot 662,681$$

$$= 11928,26 \text{ N}$$

» Jadi untuk **kapasitas tarik desain** pada sekrup untuk sambungan adalah **11928,26 N**

4.3.3 Sambungan 26 Sekrup



Diketahui :

Diameter sekrup	: 4,2	mm
Diameter kepala ring dan sekrup	: 8	mm
Kapasitas tegangan leleh (f_y)	: 550	Mpa
Kapasitas tegangan tarik (f_u)	: $550 \cdot 90\% = 495$	Mpa
Perhitungan luas profil	: 123,4795	mm ²

4.3.3.1 Pemeriksaan jarak

- Persyaratan umum (sesuai SNI pasal 5.4.1) :
 - $3,0 \text{ mm} \leq d_f \leq 7,0 \text{ mm}$
 - $3,0 \text{ mm} \leq 4,2 \leq 7,0 \text{ mm}$
- Sambungan sekrup dalam geser (sesuai SNI pasal 5.4.2.1) :
 - Jarak minimum : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - pusat) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
 - : $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$
 - Jarak tepi : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - Tepi) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
 - : $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$
- Sambungan sekrup dalam tarik (sesuai SNI pasal 5.4.3.1)
 - Jarak minimum : $50 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$
 - (Pusat - tepi) : $50 \text{ mm} > 3 \cdot 4,2$
 - : $50 \text{ mm} > 12,6 \text{ mm}$

4.3.3.2 Analisis sambungan dalam geser

4.3.3.2.1 Tarik pada bagian tersambung

- Perhitungan luas netto

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 2 \cdot d_f \cdot t_f \\ &= 123,4795 - 2 \cdot 4,2 \cdot 0,75 \\ &= 117,1795 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Kapasitas Tarik (N_t^*) dari sambungan sekrup dalam geser (SNI pasal 5.4.2.2)

$$\begin{aligned} N_t^* &\leq \phi N_t \dots\dots\dots(2-19) \\ &\leq 0,65 \cdot A_n \cdot f_u \\ &\leq 0,65 \cdot 117,1795 \cdot 495 \\ &\leq 37702,504 \text{ N} \end{aligned}$$

» Maka **nilai kapasitas tarik** dalam geser dari sambungan sekrup adalah **37702,504 N**

4.3.3.2.2 Analisis miring dan tumpu lubang

- Gaya tumpu desain (V_b^*) pada satu sekrup (SNI pasal 5.4.2.3(1))

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots(2-21)$$

- Mencari nilai faktor tumpu (C) (SNI tabel 5.4.2.3)

$$d_f / t < 6$$

$$4,2 / 0,75 < 6$$

$$5,6 < 6$$

» maka nilai faktor tumpu (C) = 2,7

- Perbandingan antara tebal 1 dan tebal 2 untuk menentukan persamaan kapasitas tumpu nominal (V_b)

$$t_2 / t_1 = 0,75 / 0,75 = 1$$

» maka persamaan yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} V_b &= 4,2 \sqrt{(t_2^3 \cdot d_f) \cdot f_{u2}} \dots\dots\dots(2-22) \\ &= 4,2 \sqrt{(0,75^3 \cdot 4,2) \cdot 495} \\ &= 2767,394 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_b &= C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-23) \\ &= 2,7 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495 \\ &= 4209,975 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_b &= C \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots (2-24) \\
 &= 2,7 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495 \\
 &= 4209,975 \text{ N}
 \end{aligned}$$

sehingga nilai kapasitas tumpu nominal (V_b) yang digunakan adalah 2767,394 N, maka untuk mencari nilai gaya tumpu desain (V_b^*):

$$\begin{aligned}
 V_b^* &\leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots (2-21) \\
 &\leq 0,5 \cdot 2767,394 \\
 &\leq 1383,697 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Jadi perhitungan kapasitas tumpu pada bagian yang tersambung untuk 26 baut adalah

$$\begin{aligned}
 N_u &= 26 \cdot V_b^* \\
 &= 26 \cdot 1383,697 \\
 &= 35976,122 \text{ N}
 \end{aligned}$$

» maka **nilai kapasitas tumpu sekrup** untuk 26 buah sekrup pada bagian sambungan adalah **35976,122 N**

4.3.3.2.3 Geser sambungan

Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung (SNI pasal 5.4.2.4)

$$V_{fv}^* \leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots (2-27)$$

$$\text{Dari } f_u/f_y = 495/550 = 0,9 < 1,08 \text{ maka nilai } \phi = 0,6$$

Perhitungan kapasitas geser sambungan (V_{fv}^*) yang dibatasi jarak ujung

$$\begin{aligned}
 V_{fv} &= t \cdot e \cdot f_u \dots\dots\dots (2-28) \\
 &= 0,75 \cdot 50 \cdot 495 \\
 &= 18562,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{fv}^* &\leq \phi \cdot V_{fv} \dots\dots\dots (2-27) \\
 &\leq 0,6 \cdot 18562,5 \\
 &\leq 11137,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

» maka **nilai kapasitas geser sambungan** desain yang dibatasi jarak ujung pada bagian sambungan adalah **11137,5 N**.

4.3.3.3 Sambungan sekrup dalam tarik

4.3.3.3.1 Cabut dan tembus (SNI pasal 5.4.3.2(1))

$$N_t^* \leq \phi \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

- Perhitungan kapasitas nominal sambungan dalam tarik (N_t) (SNI pasal 5.4.3.2(2))

$$N_t = 0,85 \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots (2-30)$$

$$= 0,85 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot 495$$

$$= 1325,3625 \text{ N}$$

$$N_t = 1,5 \cdot t_1 \cdot d_w \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-31)$$

$$= 1,5 \cdot 0,75 \cdot 8 \cdot 495$$

$$= 4455 \text{ N}$$

Maka nilai N_t yang digunakan adalah 1325,3625 N sehingga

$$N_t^* \leq \phi \cdot N_t \dots\dots\dots(2-29)$$

$$\leq 0,5 \cdot 1325,3625$$

$$\leq 662,68 \text{ N}$$

4.3.3.3.2 Kapasitas tarik desain (N_t^*) pada sekrup

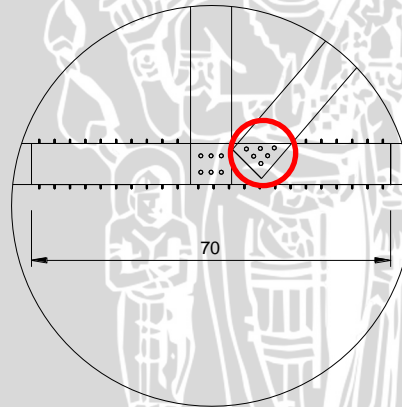
$$N_u = 26 \cdot N_t^* \dots\dots\dots(2-32)$$

$$= 26 \cdot 662,68$$

$$= 17229,7125 \text{ N}$$

» Jadi untuk **kapasitas tarik desain** pada sekrup untuk sambungan adalah **17229,7125 N**

4.3.4 Sambungan 6 Sekrup Miring



Diketahui :

Diameter sekrup	: 4,8	mm
Diameter kepala ring dan sekrup	: 12,192	mm
Kapasitas tegangan leleh (f_y)	: 550	Mpa
Kapasitas tegangan tarik (f_u)	: $550 \cdot 90\% = 495$	Mpa
Perhitungan luas profil	: 123,4795	mm ²

4.3.4.1 Pemeriksaan jarak

- Persyaratan umum (sesuai SNI pasal 5.4.1) :

$$3,0 \text{ mm} \leq d_f \leq 7,0 \text{ mm}$$

$$3,0 \text{ mm} \leq 4,8 \leq 7,0 \text{ mm}$$



- Sambungan sekrup dalam geser (sesuai SNI pasal 5.4.2.1):

$$\text{Jarak minimum} : 20 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - pusat}) : 20 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 20 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tepi} : 24 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - Tepi}) : 24 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 24 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

- Sambungan sekrup dalam tarik (sesuai SNI pasal 5.4.3.1)

$$\text{Jarak minimum} : 24 \text{ mm} > 3 \cdot d_f$$

$$(\text{Pusat - tepi}) : 24 \text{ mm} > 3 \cdot 4,8$$

$$: 24 \text{ mm} > 14,4 \text{ mm}$$

4.3.4.2 Analisis sambungan dalam geser

4.3.4.2.1 Tarik pada bagian tersambung

- Perhitungan luas netto

$$A_n = A_g - (n \cdot d \cdot t) + \left(\frac{s^2 \cdot t}{4 \cdot s_g} \right)$$

$$A_n = 123,4795 - (6 \cdot 4,8 \cdot 0,75) + \left(\frac{28,284^2 \cdot 0,75}{4 \cdot 20} \right)$$

$$A_n = 109,379 \text{ mm}^2$$

- Kapasitas Tarik (N_t^*) dari sambungan sekrup dalam geser (SNI pasal 5.4.2.2)

$$N_t^* \leq \phi N_t \dots\dots\dots (2-19)$$

$$N_t^* \leq 0,65 \cdot A_n \cdot f_u$$

$$\leq 0,65 \cdot 109,379 \cdot 495$$

$$\leq 35192,693 \text{ N}$$

» Maka **nilai kapasitas tarik dalam geser** dari sambungan sekrup adalah **35192,693 N**

4.3.4.2.2 Analisis miring dan tumpu lubang

- Gaya tumpu desain (V_b^*) pada satu sekrup (SNI pasal 5.4.2.3(1))

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots (2-21)$$

- Mencari nilai faktor tumpu (C) (SNI tabel 5.4.2.3)

$$6 \leq d_f / t \leq 13$$

$$6 \leq 4,8 / 0,75 \leq 13$$

$$6 \leq 6,4 \leq 13$$

» maka nilai faktor tumpu (C) = $3,3 - 0,1 \frac{d_f}{t}$

$$= 3,3 - 0,1 \frac{4,8}{0,75}$$

$$= 3,3 - 0,1 \cdot 6,4$$

$$= 2,66$$

- Perbandingan antara tebal 1 dan tebal 2 untuk menentukan persamaan kapasitas tumpu nominal (V_b)

$$t_2/t_1 = 0,75/0,75 = 1$$

» maka persamaan yang digunakan adalah

$$V_b = 4,2 \sqrt{(t_2^3 \cdot d_f) \cdot f_{u2}} \dots\dots\dots(2-22)$$

$$V_b = 4,2 \sqrt{(0,75^3 \cdot 4,8 \cdot 495}$$

$$V_b = 2958,469 N$$

$$V_b = C \cdot t_1 \cdot d_f \cdot f_{u1} \dots\dots\dots(2-23)$$

$$V_b = 2,66 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$V_b = 4740,12 N$$

$$V_b = C \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots(2-24)$$

$$V_b = 2,66 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$V_b = 4740,12 N$$

sehingga nilai kapasitas tumpu nominal (V_b) yang digunakan adalah 2958,469 N, maka untuk mencari nilai gaya tumpu desain (V_b^*):

$$V_b^* \leq \phi \cdot V_b \dots\dots\dots(2-21)$$

$$\leq 0,5 \cdot 2958,469$$

$$\leq 1479,2345 N$$

Jadi perhitungan kapasitas tumpu pada bagian yang tersambung untuk 6 baut adalah

$$N_u = 6 V_b^*$$

$$= 6 \cdot 1479,2345$$

$$= 8875,407 N$$

» maka **nilai kapasitas tumpu sekrup** untuk 6 buah sekrup pada bagian sambungan adalah **8875,407 N**

4.3.4.2.3 Geser sambungan

Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung (SNI pasal 5.4.2.4)



$$V_{fv}^* \leq \emptyset \cdot V_{fv} \dots\dots\dots (2-27)$$

Dari $f_u/f_y = 495/550 = 0,9 < 1,08$ maka nilai $\emptyset = 0,6$

Perhitungan kapasitas geser sambungan (V_{fv}^*) yang dibatasi jarak ujung

$$V_{fv} = t \cdot e \cdot f_u \dots\dots\dots (2-28)$$

$$= 0,75 \cdot 24 \cdot 495$$

$$= 8910 \text{ N}$$

$$V_{fv}^* \leq \emptyset \cdot V_{fv} \dots\dots\dots (2-27)$$

$$\leq 0,6 \cdot 8910$$

$$\leq 5346 \text{ N}$$

» maka **nilai kapasitas geser sambungan** desain yang dibatasi jarak ujung pada bagian sambungan adalah **5346 N**.

4.3.4.3 Sambungan sekrup dalam tarik

4.3.4.3.1 Cabut dan tembus (SNI pasal 5.4.3.2(1))

$$N_t^* \leq \emptyset \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

Perhitungan kapasitas nominal sambungan dalam tarik (N_t) (SNI pasal 5.4.3.2(2))

$$N_t = 0,85 \cdot t_2 \cdot d_f \cdot f_{u2} \dots\dots\dots (2-30)$$

$$= 0,85 \cdot 0,75 \cdot 4,8 \cdot 495$$

$$= 1514,7 \text{ N}$$

$$N_t = 1,5 \cdot t_1 \cdot d_w \cdot f_{u1} \dots\dots\dots (2-31)$$

$$= 1,5 \cdot 0,75 \cdot 12,192 \cdot 495$$

$$= 6789,42 \text{ N}$$

Maka nilai N_t yang digunakan adalah **1514,7 N** sehingga

$$N_t^* \leq \emptyset \cdot N_t \dots\dots\dots (2-29)$$

$$\leq 0,5 \cdot 1514,7$$

$$\leq 757,35 \text{ N}$$

4.3.4.3.2 Kapasitas tarik desain (N_t^*) pada sekrup

$$N_u = 6 \cdot N_t^* \dots\dots\dots (2-3)$$

$$= 6 \cdot 757,35$$

$$= 4544,1 \text{ N}$$

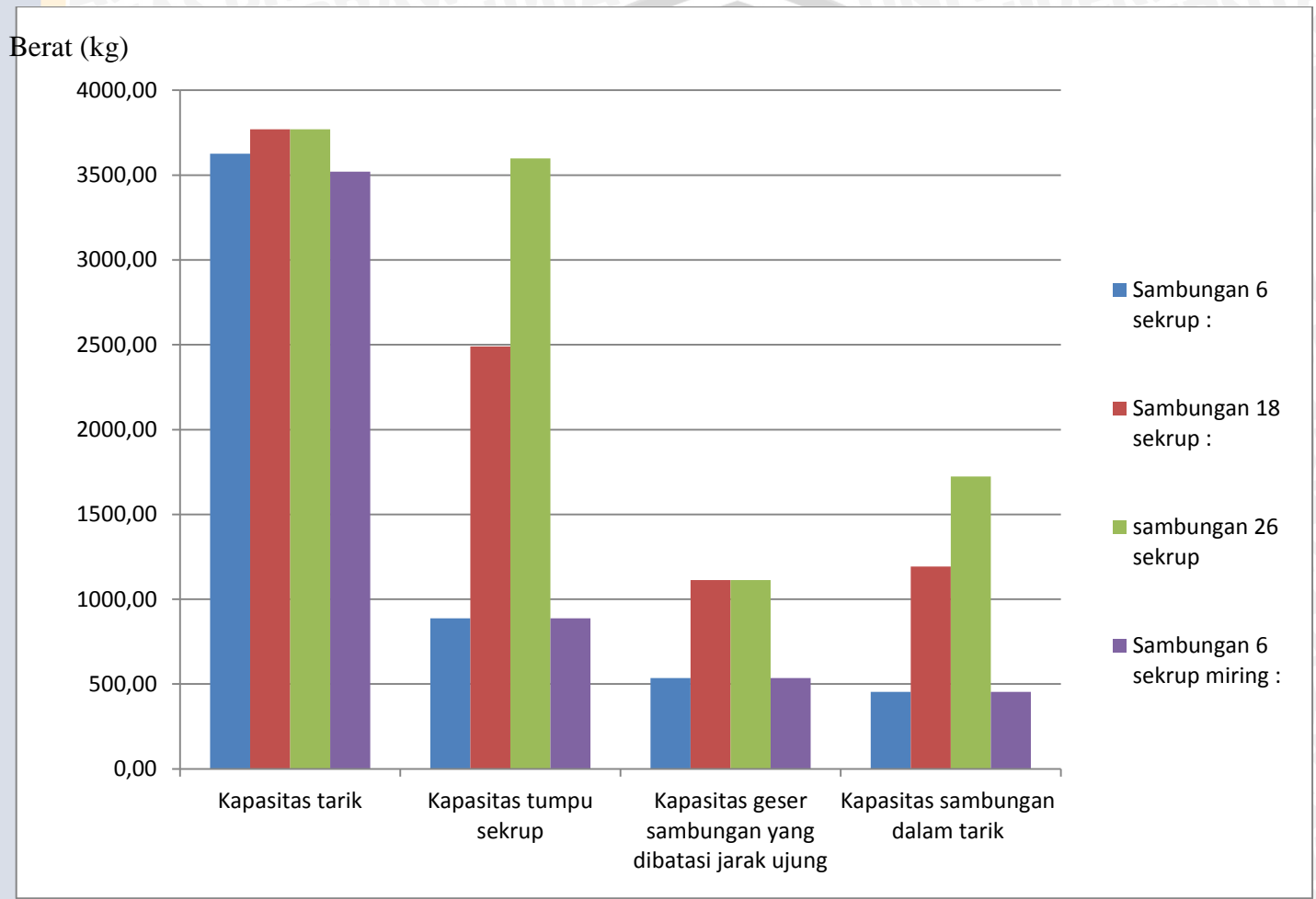
» Jadi untuk **kapasitas tarik desain** pada sekrup untuk sambungan adalah **4544,1 N**

Tabel 4.1 Rekap hasil kapasitas profil dan sekrup

No	Nama bagian kapasitas	Jenis Kapasitas (Kg)				
		Kapasitas tekan	Kapasitas tarik	Kapasitas tumpu sekrup	Kapasitas geser sambungan yang dibatasi jarak ujung	Kapasitas sambungan dalam tarik
1	Profil	4416,32	4158,59	-	-	-
2	Sambungan 6 sekrup :	-	3625,46	887,54	534,60	454,41
3	Sambungan 18 sekrup :	-	3770,25	2490,65	1113,75	1192,83
4	Sambungan 26 sekrup :	-	3770,25	3597,61	1113,75	1722,97
5	Sambungan 6 sekrup miring:	-	3519,27	887,54	534,60	454,41

Catatan:

1 kg = 9.8066 N



Grafik 4.1 Rekap hasil perhitungan kapasitas sekrup

4.4 Batasan dimensi

4.4.1 Rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan

Didalam mendesain model struktur, nantinya dalam perakitan rangka jembatan tidak menggunakan pengaku sehingga digunakan syarat (c) yaitu

$$\begin{aligned} b/t &< 60 \\ 35/0,75 &< 60 \\ 46,6 &< 60 \end{aligned}$$

Dengan rasio $46,6 < 60$ maka rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan telah memenuhi syarat maksimum.

4.4.2 Rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan

Perhitungan rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan juga tidak menggunakan pengaku dalam perakitannya sehingga syarat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} d_1/t_w &< 200 \\ 80/0,75 &< 200 \\ 106,6 &< 200 \end{aligned}$$

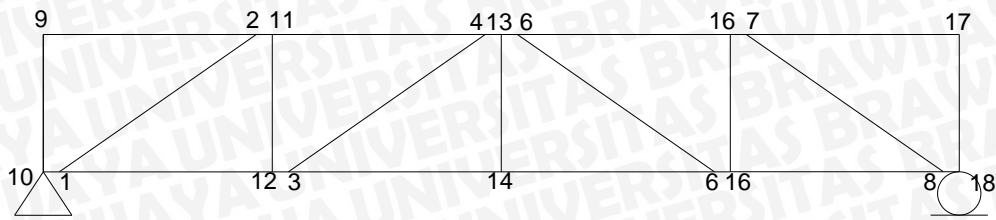
Rasio 106,6 yang didapat tentu telah memenuhi syarat rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan yang ada sehingga dapat digunakan.

4.5 Analisis menggunakan software SAP 2000

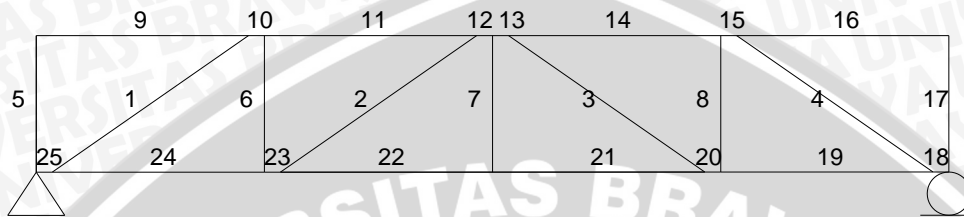
Analisis dengan menggunakan software SAP 2000 dapat dilakukan untuk mempermudah dalam menganalisis sebuah struktur dengan memasukkan data-data yang telah didapat. Untuk langkah-langka penggunaan software SAP 2000 dapat dilihat di lampiran.

4.5.1 Analisis struktur rangka batang tanpa perkuatan

Dalam memodelkan struktur didalam SAP 2000 harus sesuai dengan apa yang ada seperti dimensi panjang, tinggi dan jarak-jarak tiap joint sehingga selama analisis berjalan hasil dari SAP 2000 sesuai yang diharapkan. Pemberian nomor tiap joint juga dapat dilihat didalam SAP 2000 (lihat pada gambar 4.1) serta penomoran pada tiap batang (lihat pada gambar 4.2)



Gambar 4.1 Penomoran joint pada rangka batang



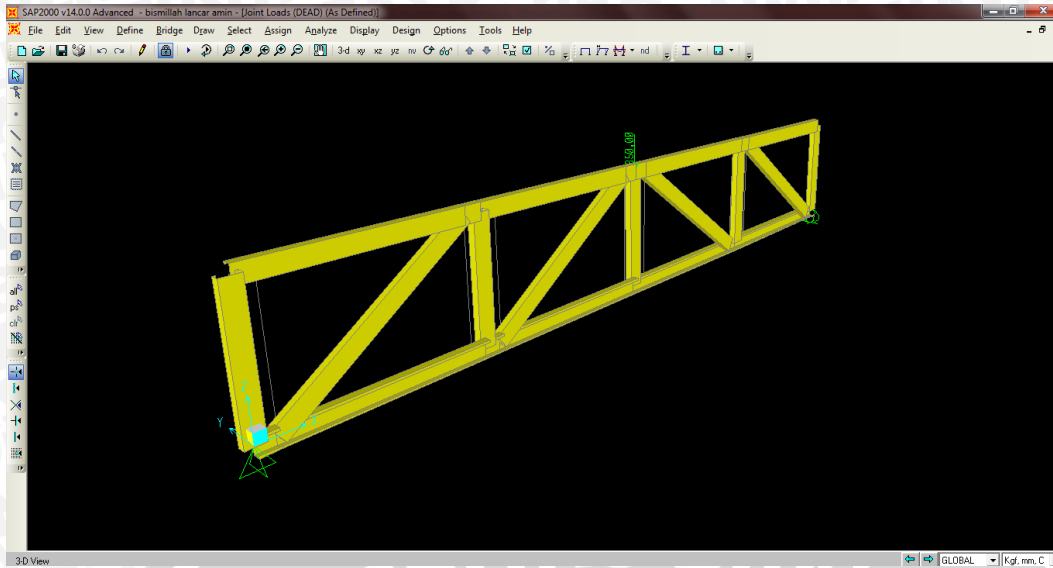
Gambar 4.2 Penomoran batang pada rangka batang

Setelah menggambarkan struktur rangka batang di SAP 2000 serta memberi beban sebesar 850 kg di tengah bentang dan berat sendiri profil didapatkan reaksi perletakan dengan nilai sebesar 432,33kg di masing-masing tumpuan (lihat tabel 4.2).

Tabel 4.2 Hasil reaksi rangka batang dari SAP 2000

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-mm	M2 Kgf-mm	M3 Kgf-mm
10	DEAD	LinStatic	000000009397	0	432,33	0	0	0
18	DEAD	LinStatic	0	0	432,33	0	0	0

Dalam SAP 2000 penentuan arah x, y, dan z ditentukan dengan angka yaitu angka 1 untuk x, angka 2 untuk y, dan angka 3 untuk z contoh seperti tabel 4.2. Pada tabel tersebut tertulis F1, F2, F3, M1, M2, dan M3 maka yang dimaksud adalah force arah x, force arah y, force arah z, momen arah x, momen arah y dan momen arah z.



Gambar 4.3 Pembebanan pada SAP 2000

Model struktur rangka canai yang dibebani sebesar 850 kg tersebut dapat menahan beban dan memberikan lendutan sebesar 4,447 mm di titik joint 14. Untuk melihat besar lendutan pada setiap joint maka dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil *displacements* dari SAP 2000

Joint Text	Output Case Text	Case Type	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
1	DEAD	LinStatic	0,001391	0	-0,333742	0	0,003178	0
2	DEAD	LinStatic	1,098974	0	-2,404205	0	0,002821	0
3	DEAD	LinStatic	0,270543	0	-3,0811	0	0,002506	0
4	DEAD	LinStatic	0,804158	0	-4,339502	0	0,000734	0
5	DEAD	LinStatic	0,71878	0	-4,339502	0	-0,000734	0
6	DEAD	LinStatic	1,252395	0	-3,0811	0	-0,002506	0
7	DEAD	LinStatic	0,423964	0	-2,404205	0	-0,002821	0
8	DEAD	LinStatic	1,521547	0	-0,333742	0	-0,003178	0
9	DEAD	LinStatic	1,114968	0	-0,002556	0	0,00181	0
10	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0,003119	0
11	DEAD	LinStatic	1,077637	0	-2,702418	0	0,002535	0
12	DEAD	LinStatic	0,246762	0	-2,80407	0	0,002365	0
13	DEAD	LinStatic	0,761469	0	-4,446657	0	2,06E-18	0
14	DEAD	LinStatic	0,761469	0	-4,446657	0	2,06E-18	0
15	DEAD	LinStatic	0,446301	0	-2,702418	0	-0,002535	0
16	DEAD	LinStatic	1,276176	0	-2,80407	0	-0,002365	0
17	DEAD	LinStatic	0,40797	0	-0,002556	0	-0,00181	0
18	DEAD	LinStatic	1,522938	0	0	0	-0,003119	0

Gaya batang juga didapat dari analisis menggunakan SAP 2000 ini. Untuk nomor pada batang dapat dilihat pada gambar 4.2 dan untuk hasil analisis pada struktur rangka canai dingin tersebut didapat gaya pada setiap nomor batang yang dapat dilihat pada tabel 4.4. Besaran gaya akan ditunjukkan pada kolom P dengan satuan kgf.

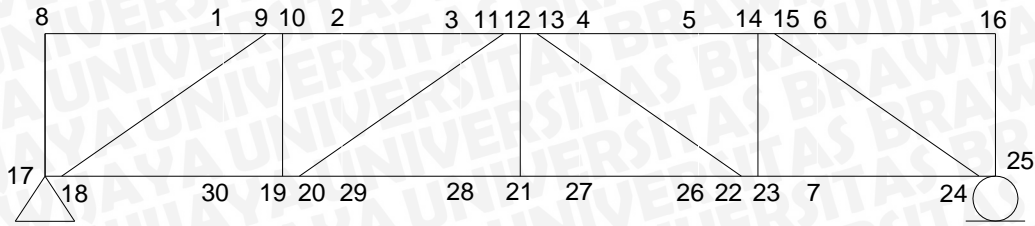
Tabel. 4.4 Hasil analisis gaya batang dari SAP 2000

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm	M3 Kgf-mm	FrameElem Text	ElemStation mm
1	0	DEAD	LinStatic	-757.06	20.05	0	0	0	11382.76	1-1	0
1	516.14	DEAD	LinStatic	-756.77	20.46	0	0	0	927.89	1-1	516.14
1	1032.28	DEAD	LinStatic	-756.48	20.87	0	0	0	-9737.07	1-1	1032.28
2	0	DEAD	LinStatic	-725.16	8.55	0	0	0	8982.87	2-1	0
2	516.14	DEAD	LinStatic	-724.87	8.96	0	0	0	4485.76	2-1	516.14
2	1032.28	DEAD	LinStatic	-724.58	9.36	0	0	0	-261.44	2-1	1032.28
3	0	DEAD	LinStatic	-724.87	-9.36	0	0	0	-361.44	3-1	0
3	516.14	DEAD	LinStatic	-725.16	-8.55	0	0	0	4485.76	3-1	516.14
3	1032.28	DEAD	LinStatic	-725.48	-8.87	0	0	0	8982.87	3-1	1032.28
4	0	DEAD	LinStatic	-756.48	-20.87	0	0	0	-9737.07	4-1	0
4	516.14	DEAD	LinStatic	-756.77	-20.46	0	0	0	927.89	4-1	516.14
4	1032.28	DEAD	LinStatic	-757.06	-20.05	0	0	0	11382.76	4-1	1032.28
5	0	DEAD	LinStatic	-10.43	43.77	0	0	0	7499.66	5-1	0
5	300	DEAD	LinStatic	-10.72	43.77	0	0	0	-5631.29	5-1	300
5	600	DEAD	LinStatic	-11.02	43.77	0	0	0	-18762.24	5-1	600
6	0	DEAD	LinStatic	426.83	76.92	0	0	0	23804.52	6-1	0
6	300	DEAD	LinStatic	426.54	76.92	0	0	0	729.23	6-1	300
6	600	DEAD	LinStatic	426.25	76.92	0	0	0	-22346.05	6-1	600
7	0	DEAD	LinStatic	-14.17	-1,279E-13	0	0	0	0.000000005457	7-1	0
7	300	DEAD	LinStatic	-14.46	-1,279E-13	0	0	0	0.00000000162	7-1	300
7	600	DEAD	LinStatic	-14.75	-1,279E-13	0	0	0	0.000000002217	7-1	600
8	0	DEAD	LinStatic	426.83	-76.92	0	0	0	-23804.52	8-1	0
8	300	DEAD	LinStatic	426.54	-76.92	0	0	0	-729.23	8-1	300
8	600	DEAD	LinStatic	426.25	-76.92	0	0	0	22346.05	8-1	600
9	0	DEAD	LinStatic	-43.77	-10.43	0	0	0	-7499.66	9-1	0
9	460	DEAD	LinStatic	-43.77	-9.99	0	0	0	-2802.7	9-1	460
9	920	DEAD	LinStatic	-43.77	-9.54	0	0	0	1689.19	9-1	920
10	0	DEAD	LinStatic	-671.47	-432.26	0	0	0	-8047.89	10-1	0
10	80	DEAD	LinStatic	-671.47	-432.18	0	0	0	26529.6	10-1	80
11	0	DEAD	LinStatic	-748.39	-5.35	0	0	0	2725.08	11-1	0
11	460	DEAD	LinStatic	-748.39	-4.91	0	0	0	5084.4	11-1	460
11	920	DEAD	LinStatic	-748.39	-4.46	0	0	0	7238.63	11-1	920
12	0	DEAD	LinStatic	-1343.44	-417.99	0	0	0	6977.19	12-1	0
12	80	DEAD	LinStatic	-1343.44	-417.92	0	0	0	40413.6	12-1	80
13	0	DEAD	LinStatic	-1343.44	-417.92	0	0	0	40413.6	13-1	0
13	80	DEAD	LinStatic	-1343.44	-417.99	0	0	0	6977.19	13-1	80
14	0	DEAD	LinStatic	-748.39	4.46	0	0	0	7238.63	14-1	0
14	460	DEAD	LinStatic	-748.39	4.91	0	0	0	5084.4	14-1	460
14	920	DEAD	LinStatic	-748.39	5.35	0	0	0	2725.08	14-1	920
15	0	DEAD	LinStatic	-671.47	432.18	0	0	0	26529.6	15-1	0
15	80	DEAD	LinStatic	-671.47	432.26	0	0	0	-8047.89	15-1	80
16	0	DEAD	LinStatic	-43.77	9.54	0	0	0	1689.19	16-1	0
16	460	DEAD	LinStatic	-43.77	9.99	0	0	0	-2802.7	16-1	460
16	920	DEAD	LinStatic	-43.77	10.43	0	0	0	-7499.66	16-1	920
17	0	DEAD	LinStatic	-10.43	-43.77	0	0	0	-7499.66	17-1	0
17	300	DEAD	LinStatic	-10.72	-43.77	0	0	0	5631.29	17-1	300
17	600	DEAD	LinStatic	-11.02	-43.77	0	0	0	18762.24	17-1	600
18	0	DEAD	LinStatic	43.77	-421.32	0	0	0	-18762.24	18-1	0
18	80	DEAD	LinStatic	43.77	-421.24	0	0	0	14939.96	18-1	80
19	0	DEAD	LinStatic	671.47	-2.48	0	0	0	-3557.2	19-1	0
19	460	DEAD	LinStatic	671.47	-2.32	0	0	0	2315.21	19-1	460
19	920	DEAD	LinStatic	671.47	-3.37	0	0	0	868.14	19-1	920
20	0	DEAD	LinStatic	748.39	-422.88	0	0	0	-21477.91	20-1	0
20	80	DEAD	LinStatic	748.39	-422.8	0	0	0	12349.21	20-1	80
21	0	DEAD	LinStatic	1343.44	-8.27	0	0	0	3366.34	21-1	0
21	460	DEAD	LinStatic	1343.44	-7.82	0	0	0	7066.18	21-1	460
21	920	DEAD	LinStatic	1343.44	-7.37	0	0	0	10560.94	21-1	920
22	0	DEAD	LinStatic	1343.44	7.37	0	0	0	10560.94	22-1	0
22	460	DEAD	LinStatic	1343.44	7.82	0	0	0	7066.18	22-1	460
22	920	DEAD	LinStatic	1343.44	8.27	0	0	0	3366.34	22-1	920
23	0	DEAD	LinStatic	748.39	422.8	0	0	0	12349.21	23-1	0
23	80	DEAD	LinStatic	748.39	422.88	0	0	0	-21477.91	23-1	80
24	0	DEAD	LinStatic	671.47	-3.37	0	0	0	868.14	24-1	0
24	460	DEAD	LinStatic	671.47	-2.92	0	0	0	2315.21	24-1	460
24	920	DEAD	LinStatic	671.47	-2.48	0	0	0	-3557.2	24-1	920
25	0	DEAD	LinStatic	43.77	421.24	0	0	0	14939.96	25-1	0
25	80	DEAD	LinStatic	43.77	421.32	0	0	0	-18762.24	25-1	80

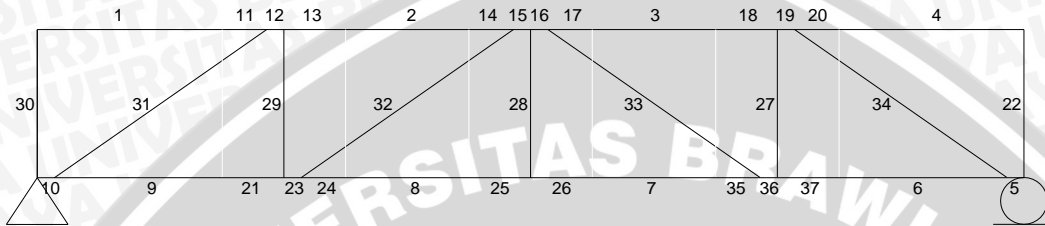
4.5.2 Analisis struktur rangka batang dengan perkuatan 50cm

Analisis rangka batang dengan perkuatan 50 cm sama halnya dengan analisis tanpa perkuatan hanya pemodelan strukturnya saja yang berbeda karena terdapat *double* profil di perkuatan sepanjang 50cm di setiap joint. Untuk joint mana saja yang diberi perkuatan bisa dilihat pada gambar 3.2.

Untuk penomoran joint dapat dilihat pada gambar 4.4 dan penomoran batang dapat dilihat pada gambar 4.5 yang berguna untuk melihat hasil analisis tiap point maupun gaya batang yang semua telah ditentukan penomorannya.



Gambar 4.4 Penomoran joint pada rangka batang



Gambar 4.5 Penomoran batang pada rangka batang

Dalam analisis reaksi perletakan pada perkuatan sambungan sepanjang 50cm ini sama halnya dengan sebelumnya, hanya saja berbeda dalam hal berat struktur rangka canai dingin tersebut karena ada penambahan profil untuk perkuatan pada joint sehingga berpengaruh pada beban yang diterima oleh tumpuan yaitu sebesar 433,79 kgf (dilihat pada tabel 4.5).

Tabel 4.5 Hasil reaksi perletakan dari SAP 2000

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-mm	M2 Kgf-mm	M3 Kgf-mm
17	DEAD	LinStatic	000000000218	0	433,79	0	0	0
25	DEAD	LinStatic	0	0	433,79	0	0	0

Setelah didapatkan hasil reaksi perletakan maka selanjutnya akan didapat nilai lendutan. Hasil nilai displacements atau lendutan dari SAP 2000 dapat dilihat pada tabel 4.6. Lendutan pada struktur ditunjukkan pada titik joint 21 dengan nilai 3,782 mm.

Tabel 4.6 Hasil *displacements* dari SAP 2000

	Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0,849003	0	-1,604376	0	0,002439	0
	2	DEAD	LinStatic	0,799361	0	-2,834599	0	0,002077	0
	3	DEAD	LinStatic	0,64955	0	-3,587475	0	0,000753	0
	4	DEAD	LinStatic	0,556174	0	-3,587475	0	-0,000753	0
	5	DEAD	LinStatic	0,406363	0	-2,834599	0	-0,002077	0
	6	DEAD	LinStatic	0,356721	0	-1,604376	0	-0,002439	0
	7	DEAD	LinStatic	1,024969	0	-1,874031	0	-0,002086	0
	8	DEAD	LinStatic	0,862076	0	-0,002691	0	0,001399	0
	9	DEAD	LinStatic	0,847522	0	-2,020124	0	0,002398	0
	10	DEAD	LinStatic	0,836814	0	-2,286742	0	0,002246	0
	11	DEAD	LinStatic	0,624082	0	-3,692136	0	0,000433	0
	12	DEAD	LinStatic	0,602862	0	-3,786657	0	1,013E-17	0
	13	DEAD	LinStatic	0,581642	0	-3,692136	0	-0,000433	0
	14	DEAD	LinStatic	0,36891	0	-2,286742	0	-0,002246	0
	15	DEAD	LinStatic	0,358202	0	-2,020124	0	-0,002398	0
	16	DEAD	LinStatic	0,343648	0	-0,002691	0	-0,001399	0
	17	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0,00269	0
	18	DEAD	LinStatic	0,001394	0	-0,299493	0	0,002747	0
	19	DEAD	LinStatic	0,214218	0	-2,387966	0	0,002055	0
	20	DEAD	LinStatic	0,226203	0	-2,634442	0	0,002155	0
	21	DEAD	LinStatic	0,602862	0	-3,781741	0	5,788E-18	0
	22	DEAD	LinStatic	0,979521	0	-2,634442	0	-0,002155	0
	23	DEAD	LinStatic	0,991506	0	-2,387966	0	-0,002055	0
	24	DEAD	LinStatic	1,204329	0	-0,299493	0	-0,002747	0
	25	DEAD	LinStatic	1,205724	0	0	0	-0,00269	0
	26	DEAD	LinStatic	0,934428	0	-2,995539	0	-0,002031	0
	27	DEAD	LinStatic	0,669175	0	-3,702347	0	-0,000566	0
	28	DEAD	LinStatic	0,536549	0	-3,702347	0	0,000566	0
	29	DEAD	LinStatic	0,271296	0	-2,995539	0	0,002031	0
	30	DEAD	LinStatic	0,180755	0	-1,874031	0	0,002086	0

Record: 1 of 30

Dalam analisis struktur rangka canai dingin terdapat juga gaya batang yang bekerja. Dapat dilihat pada tabel 4.7 dimana tabel tersebut memperlihatkan besaran gaya batang disetiap batang yang nomor batangnya dapat dilihat pada gambar 4.5.

Tabel 4.7 Hasil gaya batang dari SAP 2000

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
1	0	DEAD	LinStatic	-43,88	-11	0	0	0
1	375	DEAD	LinStatic	-43,88	-10,64	0	0	0
1	750	DEAD	LinStatic	-43,88	-10,27	0	0	0
2	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,02	0	0	0
2	500	DEAD	LinStatic	-754,34	-8,54	0	0	0
3	0	DEAD	LinStatic	-754,34	8,54	0	0	0
3	500	DEAD	LinStatic	-754,34	9,02	0	0	0
4	0	DEAD	LinStatic	-43,88	10,27	0	0	0
4	375	DEAD	LinStatic	-43,88	10,64	0	0	0
4	750	DEAD	LinStatic	-43,88	11	0	0	0
5	0	DEAD	LinStatic	43,88	-422,2	0	0	0
5	80	DEAD	LinStatic	43,88	-422,13	0	0	0
6	0	DEAD	LinStatic	673,97	3,62	0	0	0
6	335	DEAD	LinStatic	673,97	3,95	0	0	0
6	670	DEAD	LinStatic	673,97	4,27	0	0	0
7	0	DEAD	LinStatic	1335,62	-11,43	0	0	0
7	500	DEAD	LinStatic	1335,62	-10,94	0	0	0
8	0	DEAD	LinStatic	1335,62	10,94	0	0	0
8	500	DEAD	LinStatic	1335,62	11,43	0	0	0
9	0	DEAD	LinStatic	673,97	-4,27	0	0	0
9	335	DEAD	LinStatic	673,97	-3,95	0	0	0
9	670	DEAD	LinStatic	673,97	-3,62	0	0	0
10	0	DEAD	LinStatic	43,88	422,13	0	0	0
10	80	DEAD	LinStatic	43,88	422,2	0	0	0
11	0	DEAD	LinStatic	-43,88	-10,27	0	0	0
11	170	DEAD	LinStatic	-43,88	-9,94	0	0	0
12	0	DEAD	LinStatic	-673,97	-434,69	0	0	0
12	80	DEAD	LinStatic	-673,97	-434,54	0	0	0
13	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,51	0	0	0
13	250	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,02	0	0	0
14	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-8,54	0	0	0
14	170	DEAD	LinStatic	-754,34	-8,21	0	0	0
15	0	DEAD	LinStatic	-1335,62	-414,99	0	0	0
15	80	DEAD	LinStatic	-1335,62	-414,83	0	0	0

Record: 1 of 87

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
16	0	DEAD	LinStatic	-1335,62	414,83	0	0	0
16	80	DEAD	LinStatic	-1335,62	414,99	0	0	0
17	0	DEAD	LinStatic	-754,34	8,21	0	0	0
17	170	DEAD	LinStatic	-754,34	8,54	0	0	0
18	0	DEAD	LinStatic	-754,34	9,02	0	0	0
18	250	DEAD	LinStatic	-754,34	9,51	0	0	0
19	0	DEAD	LinStatic	-673,97	434,54	0	0	0
19	80	DEAD	LinStatic	-673,97	434,69	0	0	0
20	0	DEAD	LinStatic	-43,88	9,94	0	0	0
20	170	DEAD	LinStatic	-43,88	10,27	0	0	0
21	0	DEAD	LinStatic	673,97	4,27	0	0	0
21	250	DEAD	LinStatic	673,97	4,76	0	0	0
22	0	DEAD	LinStatic	-11,58	43,88	0	0	0
22	300	DEAD	LinStatic	-11,29	43,88	0	0	0
22	600	DEAD	LinStatic	-11	43,88	0	0	0
23	0	DEAD	LinStatic	754,34	-419,69	0	0	0
23	80	DEAD	LinStatic	754,34	-419,54	0	0	0
24	0	DEAD	LinStatic	1335,62	-11,76	0	0	0
24	170	DEAD	LinStatic	1335,62	-11,43	0	0	0
25	0	DEAD	LinStatic	1335,62	-10,94	0	0	0
25	250	DEAD	LinStatic	1335,62	-10,46	0	0	0
26	0	DEAD	LinStatic	1335,62	10,46	0	0	0
26	250	DEAD	LinStatic	1335,62	10,94	0	0	0
27	0	DEAD	LinStatic	424,45	80,36	0	0	0
27	300	DEAD	LinStatic	424,74	80,36	0	0	0
27	600	DEAD	LinStatic	425,03	80,36	0	0	0
28	0	DEAD	LinStatic	-20,92	-3,268E-13	0	0	0
28	300	DEAD	LinStatic	-20,63	-3,268E-13	0	0	0
28	600	DEAD	LinStatic	-20,34	-3,268E-13	0	0	0
29	0	DEAD	LinStatic	424,45	-80,36	0	0	0
29	300	DEAD	LinStatic	424,74	-80,36	0	0	0
29	600	DEAD	LinStatic	425,03	-80,36	0	0	0
30	0	DEAD	LinStatic	-11,58	-43,88	0	0	0
30	300	DEAD	LinStatic	-11,29	-43,88	0	0	0

Record: 1 of 87



Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

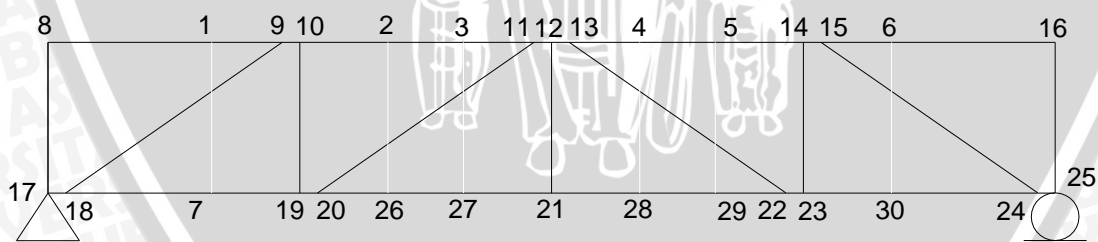
Frame Text	Station mm	Output Case Text	Case Type Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
25	0	DEAD	LinStatic	1335.62	-10.94	0	0	0
25	250	DEAD	LinStatic	1335.62	-10.46	0	0	0
26	0	DEAD	LinStatic	1335.62	10.46	0	0	0
26	250	DEAD	LinStatic	1335.62	10.94	0	0	0
27	0	DEAD	LinStatic	424.45	80.36	0	0	0
27	300	DEAD	LinStatic	424.74	80.36	0	0	0
27	600	DEAD	LinStatic	425.03	80.36	0	0	0
28	0	DEAD	LinStatic	-20.92	-3.268E-13	0	0	0
28	300	DEAD	LinStatic	-20.63	-3.268E-13	0	0	0
28	600	DEAD	LinStatic	-20.34	-3.268E-13	0	0	0
29	0	DEAD	LinStatic	424.45	-80.36	0	0	0
29	300	DEAD	LinStatic	424.74	-80.36	0	0	0
29	600	DEAD	LinStatic	425.03	-80.36	0	0	0
30	0	DEAD	LinStatic	-11.58	-43.88	0	0	0
30	300	DEAD	LinStatic	-11.29	-43.88	0	0	0
30	600	DEAD	LinStatic	-11	-43.88	0	0	0
31	0	DEAD	LinStatic	-760.19	19.79	0	0	0
31	516.14	DEAD	LinStatic	-759.9	20.19	0	0	0
31	1032.28	DEAD	LinStatic	-759.61	20.6	0	0	0
32	0	DEAD	LinStatic	-710.02	6.04	0	0	0
32	516.14	DEAD	LinStatic	-709.73	6.45	0	0	0
32	1032.28	DEAD	LinStatic	-709.44	6.85	0	0	0
33	0	DEAD	LinStatic	-709.44	-6.85	0	0	0
33	516.14	DEAD	LinStatic	-709.73	-6.45	0	0	0
33	1032.28	DEAD	LinStatic	-710.02	-6.04	0	0	0
34	0	DEAD	LinStatic	-759.61	-20.6	0	0	0
34	516.14	DEAD	LinStatic	-759.9	-20.19	0	0	0
34	1032.28	DEAD	LinStatic	-760.19	-19.79	0	0	0
35	0	DEAD	LinStatic	1335.62	11.43	0	0	0
35	170	DEAD	LinStatic	1335.62	11.76	0	0	0
36	0	DEAD	LinStatic	754.34	419.54	0	0	0
36	80	DEAD	LinStatic	754.34	419.69	0	0	0
37	0	DEAD	LinStatic	673.97	-4.76	0	0	0
37	250	DEAD	LinStatic	673.97	-4.27	0	0	0

Record: 1 of 87

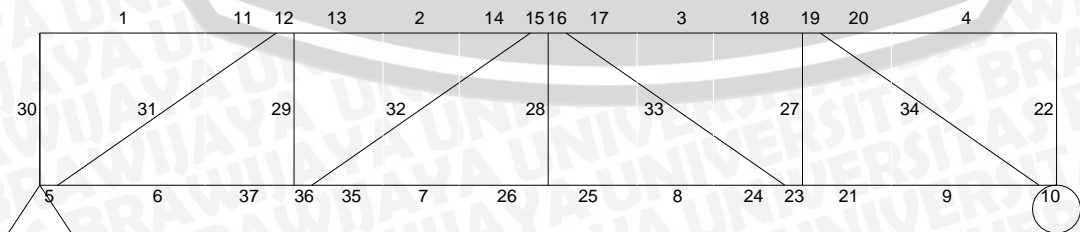
Add Tables... Done

4.5.3 Analisis struktur rangka batang dengan perkuatan 70cm

Analisis selanjutnya yaitu struktur rangka batang canai dingin dengan perkuatan sepanjang 70cm. Sama halnya dengan sebelumnya penomoran joint dan penomoran batang telah ditentukan di SAP 2000 (lihat gambar 4.6 dan gambar 4.7) sehingga penomoran tersebut sebagai acuan dalam analisis berikutnya. Dan untuk detail pemodelan dapat dilihat pada gambar 3.3.



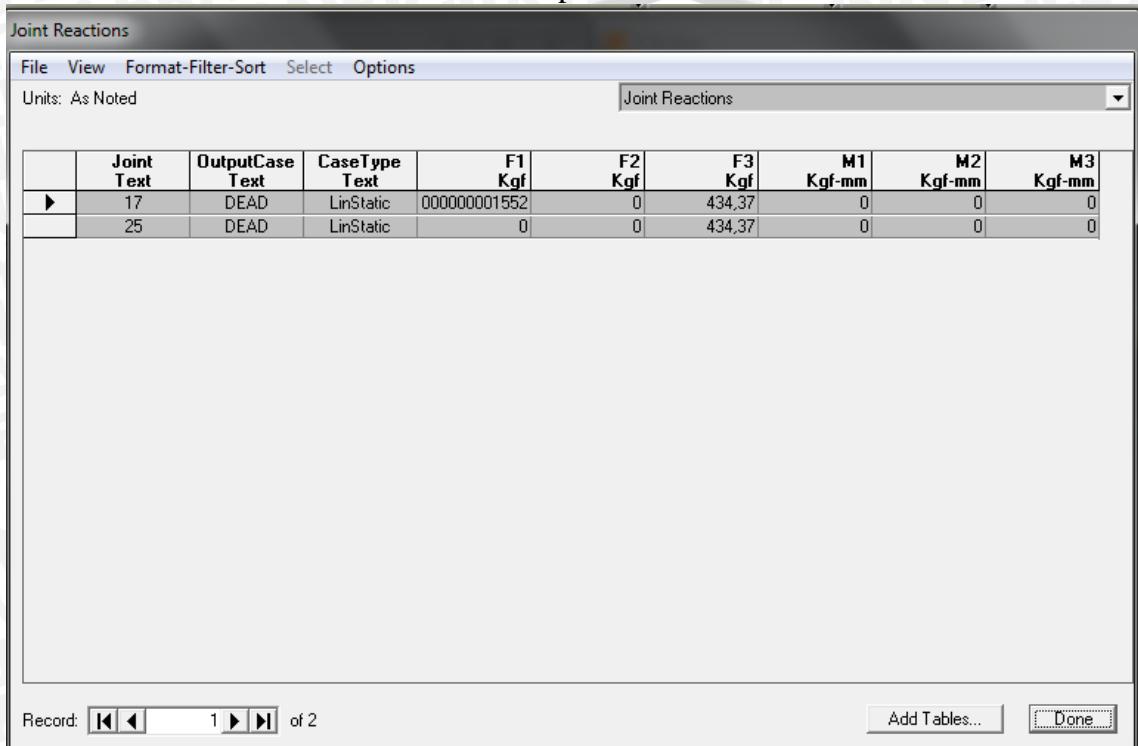
Gambar 4.6 Penomoran joint pada rangka batang



Gambar 4.7 Penomoran batang pada rangka batang

Dengan pembebanan struktur sebesar 850kgf didapatkan reaksi perletakan pada struktur tersebut didapatkan nilai sebesar 434,37 kgf pada setiap tumpuan. Lebih berat dari kedua model diatas sebab terdapat penambahan panjang profil untuk perkuatan pada sambungan sehingga berat sendiri struktur rangka menjadi lebih berat dari kedua struktur. Hasil reaksi perletakan SAP 2000 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil reaksi perletakan dari SAP 2000



Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-mm	M2 Kgf-mm	M3 Kgf-mm
17	DEAD	LinStatic	000000001552	0	434,37	0	0	0
25	DEAD	LinStatic	0	0	434,37	0	0	0

Pada struktur rangka canai dingin yang dibebani beban sebesar 850 kgf tentu akan mengalami *displacements* atau lendutan. Lendutan tersebut terjadi akibat adanya beban dari luar yang diterima struktur rangka. Besaran lendutan tersebut yaitu senilai 3,536 mm pada tengah bentang atau pada nomor joint 21 (lihat tabel 4.9).

Tabel 4.9 Hasil displacements dari SAP 2000

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
1	DEAD	LinStatic	0,753754	0	-1,254239	0	0,002277	0
2	DEAD	LinStatic	0,688242	0	-2,823779	0	0,001804	0
3	DEAD	LinStatic	0,598355	0	-3,251389	0	0,000952	0
4	DEAD	LinStatic	0,475018	0	-3,251389	0	-0,000952	0
5	DEAD	LinStatic	0,385131	0	-2,823779	0	-0,001804	0
6	DEAD	LinStatic	0,31962	0	-1,254239	0	-0,002277	0
7	DEAD	LinStatic	0,154192	0	-1,557199	0	0,001969	0
8	DEAD	LinStatic	0,765092	0	-0,002676	0	0,001237	0
9	DEAD	LinStatic	0,751399	0	-1,873572	0	0,002242	0
10	DEAD	LinStatic	0,740676	0	-2,127873	0	0,002091	0
11	DEAD	LinStatic	0,557906	0	-3,446698	0	0,000434	0
12	DEAD	LinStatic	0,536687	0	-3,54125	0	2,807E-19	0
13	DEAD	LinStatic	0,515467	0	-3,446698	0	-0,000434	0
14	DEAD	LinStatic	0,332697	0	-2,127873	0	-0,002091	0
15	DEAD	LinStatic	0,321975	0	-1,873572	0	-0,002242	0
16	DEAD	LinStatic	0,308281	0	-0,002676	0	-0,001237	0
17	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0,002529	0
18	DEAD	LinStatic	0,001396	0	-0,286776	0	0,002586	0
19	DEAD	LinStatic	0,201103	0	-2,229063	0	0,001907	0
20	DEAD	LinStatic	0,213088	0	-2,463508	0	0,002003	0
21	DEAD	LinStatic	0,536687	0	-3,536283	0	-7,614E-19	0
22	DEAD	LinStatic	0,860285	0	-2,463508	0	-0,002003	0
23	DEAD	LinStatic	0,87227	0	-2,229063	0	-0,001907	0
24	DEAD	LinStatic	1,071978	0	-0,286776	0	-0,002586	0
25	DEAD	LinStatic	1,073373	0	0	0	-0,002529	0
26	DEAD	LinStatic	0,284704	0	-2,980691	0	0,001748	0
27	DEAD	LinStatic	0,443851	0	-3,38035	0	0,000799	0
28	DEAD	LinStatic	0,629522	0	-3,38035	0	-0,000799	0
29	DEAD	LinStatic	0,788669	0	-2,980691	0	-0,001748	0
30	DEAD	LinStatic	0,919181	0	-1,557199	0	-0,001969	0

Pembebanan struktur rangka sebesar 850 kgf dan reaksi perletakan pada masing-masing tumpuan sebesar 434,37 kgf maka akan mengakibatkan gaya-gaya batang pada struktur tersebut. Besaran gaya batang tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10 dan untuk melihat nomor batang struktur rangka dapat dilihat pada gambar 4.7.

Tabel 4.10 Hasil gaya batang dari SAP 2000

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
1	0	DEAD	LinStatic	-43,92	-10,94	0	0	0
1	325	DEAD	LinStatic	-43,92	-10,62	0	0	0
1	650	DEAD	LinStatic	-43,92	-10,31	0	0	0
2	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,39	0	0	0
2	300	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,1	0	0	0
3	0	DEAD	LinStatic	-754,34	9,1	0	0	0
3	300	DEAD	LinStatic	-754,34	9,39	0	0	0
4	0	DEAD	LinStatic	-43,92	10,31	0	0	0
4	325	DEAD	LinStatic	-43,92	10,62	0	0	0
4	650	DEAD	LinStatic	-43,92	10,94	0	0	0
5	0	DEAD	LinStatic	43,92	-422,85	0	0	0
5	80	DEAD	LinStatic	43,92	-422,77	0	0	0
6	0	DEAD	LinStatic	674,89	3,56	0	0	0
6	285	DEAD	LinStatic	674,89	3,84	0	0	0
6	570	DEAD	LinStatic	674,89	4,11	0	0	0
7	0	DEAD	LinStatic	1335,57	-11,53	0	0	0
7	300	DEAD	LinStatic	1335,57	-11,24	0	0	0
8	0	DEAD	LinStatic	1335,57	11,24	0	0	0
8	300	DEAD	LinStatic	1335,57	11,53	0	0	0
9	0	DEAD	LinStatic	674,89	-4,11	0	0	0
9	285	DEAD	LinStatic	674,89	-3,84	0	0	0
9	570	DEAD	LinStatic	674,89	-3,56	0	0	0
10	0	DEAD	LinStatic	43,92	422,77	0	0	0
10	80	DEAD	LinStatic	43,92	422,85	0	0	0
11	0	DEAD	LinStatic	-43,92	-10,31	0	0	0
11	270	DEAD	LinStatic	-43,92	-9,79	0	0	0
12	0	DEAD	LinStatic	-674,89	-435,11	0	0	0
12	80	DEAD	LinStatic	-674,89	-434,96	0	0	0
13	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-10,07	0	0	0
13	350	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,39	0	0	0
14	0	DEAD	LinStatic	-754,34	-9,1	0	0	0
14	270	DEAD	LinStatic	-754,34	-8,58	0	0	0
15	0	DEAD	LinStatic	-1335,57	-414,88	0	0	0
15	80	DEAD	LinStatic	-1335,57	-414,73	0	0	0

Record: 1 of 87

Add Tables... Done

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
16	0	DEAD	LinStatic	-1335,57	414,73	0	0	0
16	80	DEAD	LinStatic	-1335,57	414,88	0	0	0
17	0	DEAD	LinStatic	-754,34	8,58	0	0	0
17	270	DEAD	LinStatic	-754,34	9,1	0	0	0
18	0	DEAD	LinStatic	-754,34	9,39	0	0	0
18	350	DEAD	LinStatic	-754,34	10,07	0	0	0
19	0	DEAD	LinStatic	-674,89	434,96	0	0	0
19	80	DEAD	LinStatic	-674,89	435,11	0	0	0
20	0	DEAD	LinStatic	-43,92	9,79	0	0	0
20	270	DEAD	LinStatic	-43,92	10,31	0	0	0
21	0	DEAD	LinStatic	674,89	4,11	0	0	0
21	350	DEAD	LinStatic	674,89	4,79	0	0	0
22	0	DEAD	LinStatic	-11,52	43,92	0	0	0
22	300	DEAD	LinStatic	-11,23	43,92	0	0	0
22	600	DEAD	LinStatic	-10,94	43,92	0	0	0
23	0	DEAD	LinStatic	754,34	-419,52	0	0	0
23	80	DEAD	LinStatic	754,34	-419,36	0	0	0
24	0	DEAD	LinStatic	1335,57	-12,06	0	0	0
24	270	DEAD	LinStatic	1335,57	-11,53	0	0	0
25	0	DEAD	LinStatic	1335,57	-11,24	0	0	0
25	350	DEAD	LinStatic	1335,57	-10,56	0	0	0
26	0	DEAD	LinStatic	1335,57	10,56	0	0	0
26	350	DEAD	LinStatic	1335,57	11,24	0	0	0
27	0	DEAD	LinStatic	424,31	79,45	0	0	0
27	300	DEAD	LinStatic	424,6	79,45	0	0	0
27	600	DEAD	LinStatic	424,89	79,45	0	0	0
28	0	DEAD	LinStatic	-21,13	1,421E-14	0	0	0
28	300	DEAD	LinStatic	-20,84	1,421E-14	0	0	0
28	600	DEAD	LinStatic	-20,55	1,421E-14	0	0	0
29	0	DEAD	LinStatic	424,31	-79,45	0	0	0
29	300	DEAD	LinStatic	424,6	-79,45	0	0	0
29	600	DEAD	LinStatic	424,89	-79,45	0	0	0
30	0	DEAD	LinStatic	-11,52	-43,92	0	0	0
30	300	DEAD	LinStatic	-11,23	-43,92	0	0	0

Record: 1 of 87

Add Tables... Done

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Element Forces - Frames

Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-mm	M2 Kgf-mm
25	0	DEAD	LinStatic	1335.57	-11.24	0	0	0
25	350	DEAD	LinStatic	1335.57	-10.56	0	0	0
26	0	DEAD	LinStatic	1335.57	10.56	0	0	0
26	350	DEAD	LinStatic	1335.57	11.24	0	0	0
27	0	DEAD	LinStatic	424.31	79.45	0	0	0
27	300	DEAD	LinStatic	424.6	79.45	0	0	0
27	600	DEAD	LinStatic	424.89	79.45	0	0	0
28	0	DEAD	LinStatic	-21.13	1.421E-14	0	0	0
28	300	DEAD	LinStatic	-20.84	1.421E-14	0	0	0
28	600	DEAD	LinStatic	-20.55	1.421E-14	0	0	0
29	0	DEAD	LinStatic	424.31	-79.45	0	0	0
29	300	DEAD	LinStatic	424.6	-79.45	0	0	0
29	600	DEAD	LinStatic	424.89	-79.45	0	0	0
30	0	DEAD	LinStatic	-11.52	-43.92	0	0	0
30	300	DEAD	LinStatic	-11.23	-43.92	0	0	0
30	600	DEAD	LinStatic	-10.94	-43.92	0	0	0
31	0	DEAD	LinStatic	-761.24	19.82	0	0	0
31	516,14	DEAD	LinStatic	-760,95	20,23	0	0	0
31	1032,28	DEAD	LinStatic	-760,66	20,64	0	0	0
32	0	DEAD	LinStatic	-709.71	6.4	0	0	0
32	516,14	DEAD	LinStatic	-709,42	6,81	0	0	0
32	1032,28	DEAD	LinStatic	-709,13	7,21	0	0	0
33	0	DEAD	LinStatic	-709.13	-7.21	0	0	0
33	516,14	DEAD	LinStatic	-709,42	-6,81	0	0	0
33	1032,28	DEAD	LinStatic	-709,71	-6,4	0	0	0
34	0	DEAD	LinStatic	-760.66	-20.64	0	0	0
34	516,14	DEAD	LinStatic	-760,95	-20,23	0	0	0
34	1032,28	DEAD	LinStatic	-761,24	-19,82	0	0	0
35	0	DEAD	LinStatic	1335.57	11.53	0	0	0
35	270	DEAD	LinStatic	1335.57	12.06	0	0	0
36	0	DEAD	LinStatic	754.34	419.36	0	0	0
36	80	DEAD	LinStatic	754.34	419.52	0	0	0
37	0	DEAD	LinStatic	674.89	-4.79	0	0	0
37	350	DEAD	LinStatic	674.89	-4.11	0	0	0

Record: 1 of 87 Add Tables... Done





BAB V PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis kapasitas profil serta analisis struktur dengan menggunakan bantuan software SAP 2000 yang tiga model struktur tersebut diberi beban sebesar 850 kg pada tengah bentang, sehingga akan terdapat hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur rangka batang model 1,2 dan 3 memiliki nilai lendutan sebesar 4,467 mm; 3,782 mm; dan 3,536 mm di tengah bentang.
2. Pada tiga model struktur rangka batang tersebut mampu menahan gaya batang yang bekerja setelah diberi beban yang sama.
3. Struktur rangka batang dengan perkuatan 70cm merupakan model struktur rangka batang dengan lendutan terkecil yaitu 3,536 mm.
4. Persentase perbandingan lendutan model 1 (tanpa perkuatan) dengan model 2 (perkuatan 50 cm) adalah 15,33% lebih kecil dibandingkan model 1 sedangkan perbandingan dengan model 3 (perkuatan 70 cm) adalah 20,84% lebih kecil dibandingkan model 1.

3.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran-saran dalam menganalisis menggunakan SAP 2000 yang perlu diperhatikan yaitu

1. Butuh ketelitian dalam menentukan setiap koordinat-koordinat yang berfungsi dalam pembuatan model struktur jembatan rangka.
2. Teliti dalam menentukan satuan saat menggunakan software SAP 2000.
3. Teliti dalam input material serta dimensi profil yang digunakan.
4. Perhitungan momen inersia dan area geser pada SAP 2000 dihitung secara manual.
5. Studi ini dapat dijadikan referensi untuk studi selanjutnya mengenai analisis pengaruh sambungan pada struktur jembatan rangka canai dingin.



DAFTAR PUSTAKA

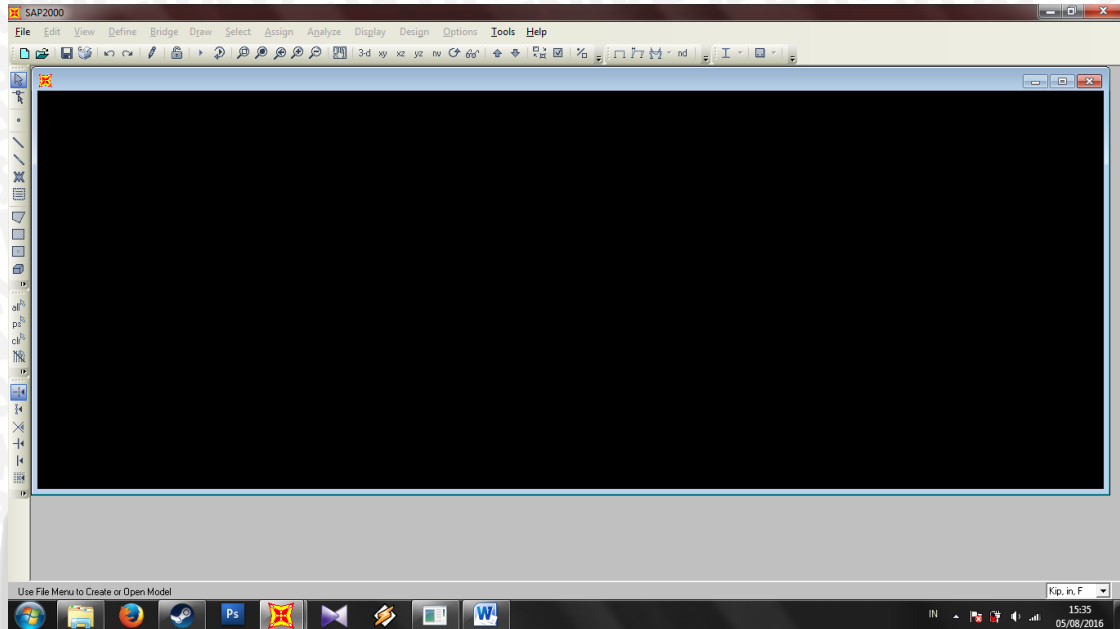
- Ariestiadi, D. 2008. *Teknik Struktur Bangunan*. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2013. *Struktur Baja Canai Dingin SNI 7971-2013*. Jakarta.
- Mutawalli M. 2007. *Stabilitas Sambungan Struktur Baja Ringan SMART FRAME Type-T Terhadap Beban Siklik Pada Rumah Sederhana Tahan Gempa*, Tesis Program Pasca Sarjana. UGM Yogyakarta
- Schodek, D.L. 1998. *Struktur*. Bandung: PT Eresco.
- RSNI-T-02. 2005. *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- RSNI-T-03. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Sesuai SNI-03-1729-2002)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Siyoum, Tihitina. 2007. *Analysis and Design of Assembled Steel Truss*. (M.Sc Thesis). Addis Ababa University.
- Supriyadi B. & Muntohar A.S. 2007. *Jembatan*. Yoyakarta: Beta Offset.
- SNI-03-1729. 2002. *SNI03-1729*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- SNI-7971. 2013. *Struktur Baja-canai Dingin*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.



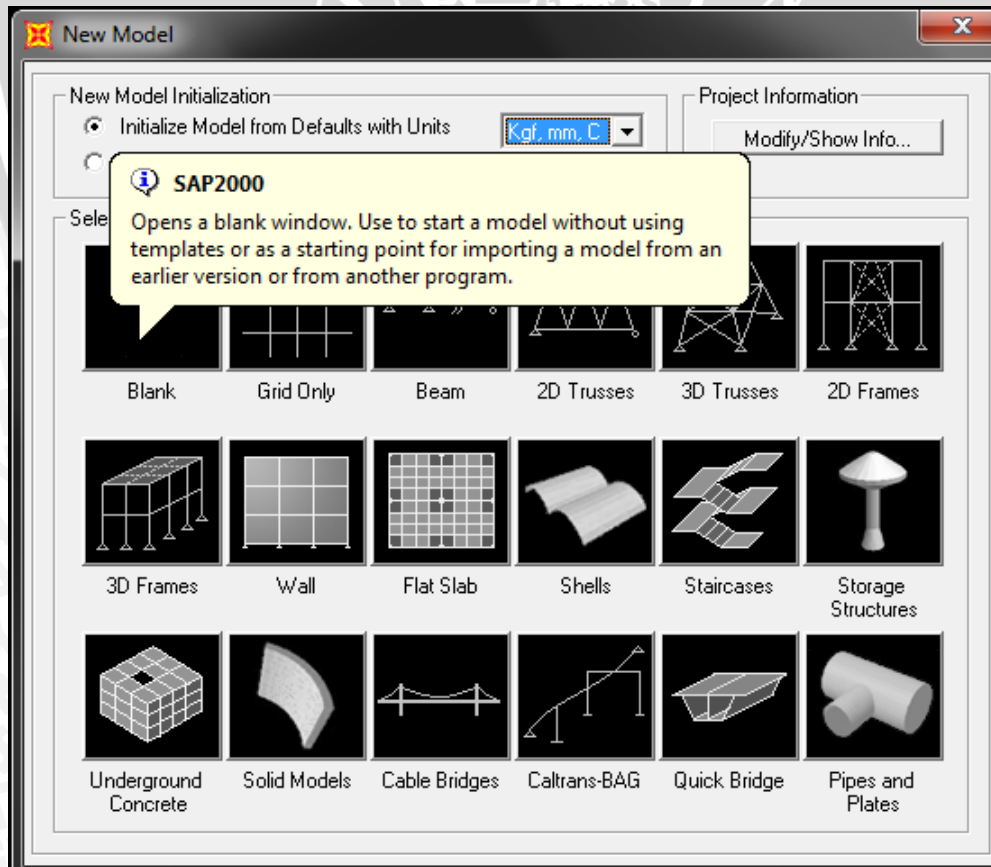
LAMPIRAN

Langkah-langkah menggunakan software SAP2000

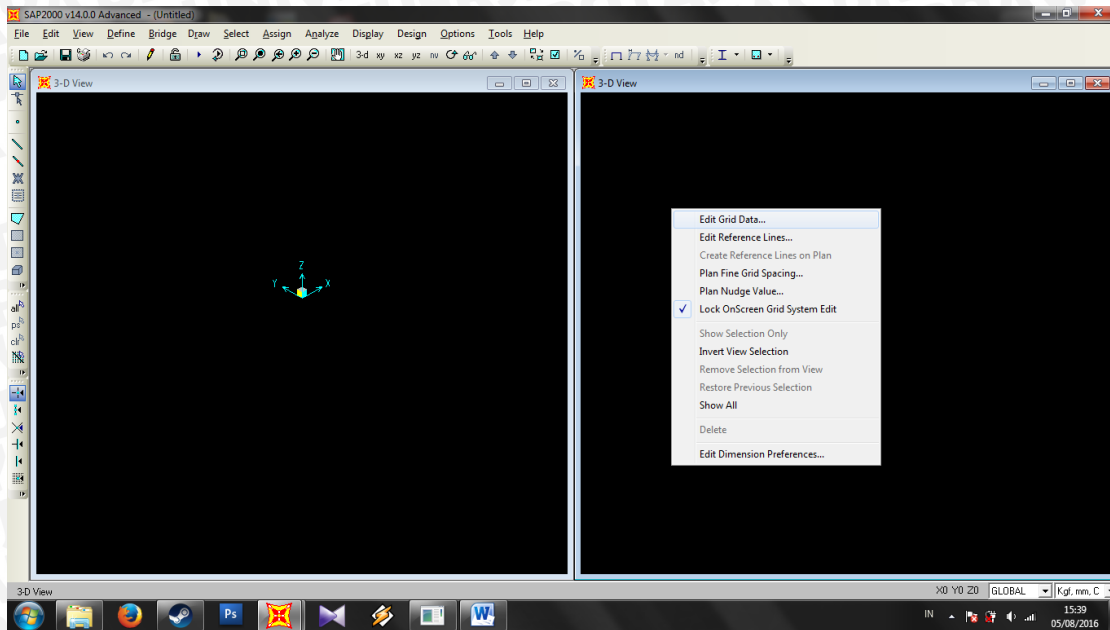
1. Membuka software SAP 2000



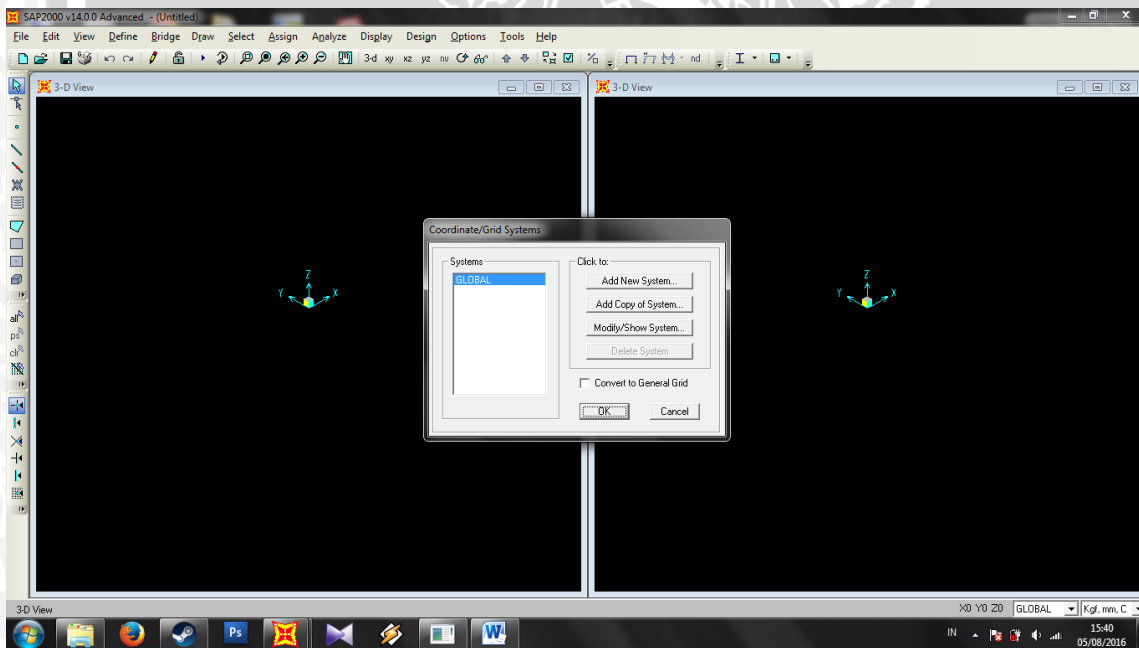
2. Pilih File → new model → pilih satuan kgf,mm,C → klik dan pilih blank



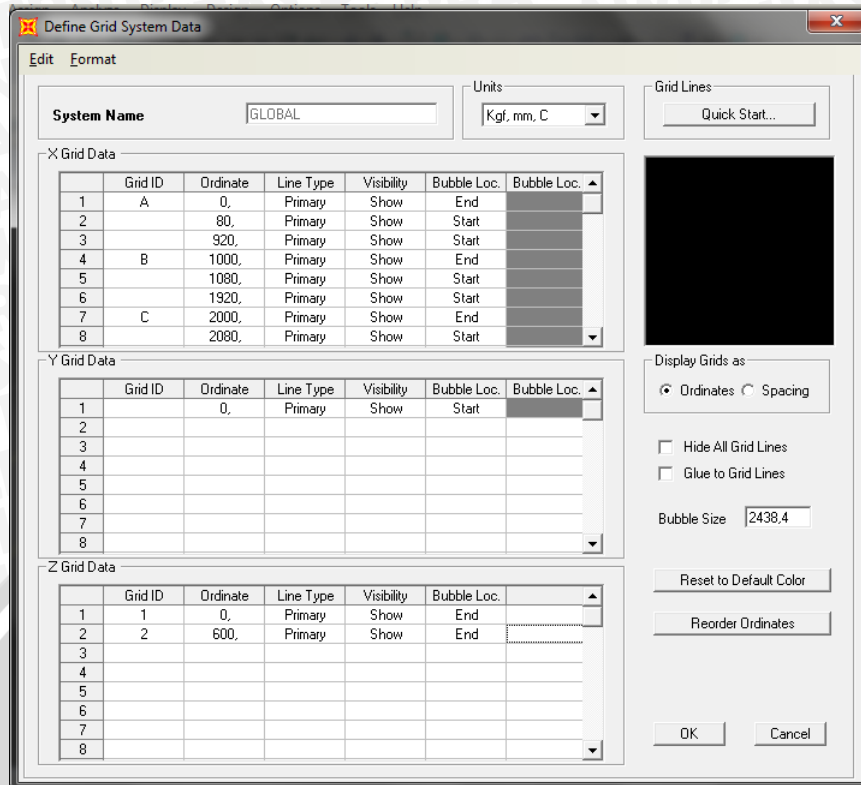
3. Akan muncul 2 layar kerja kosong. Klik kanan pada layar kanan → pilih edit grid data.



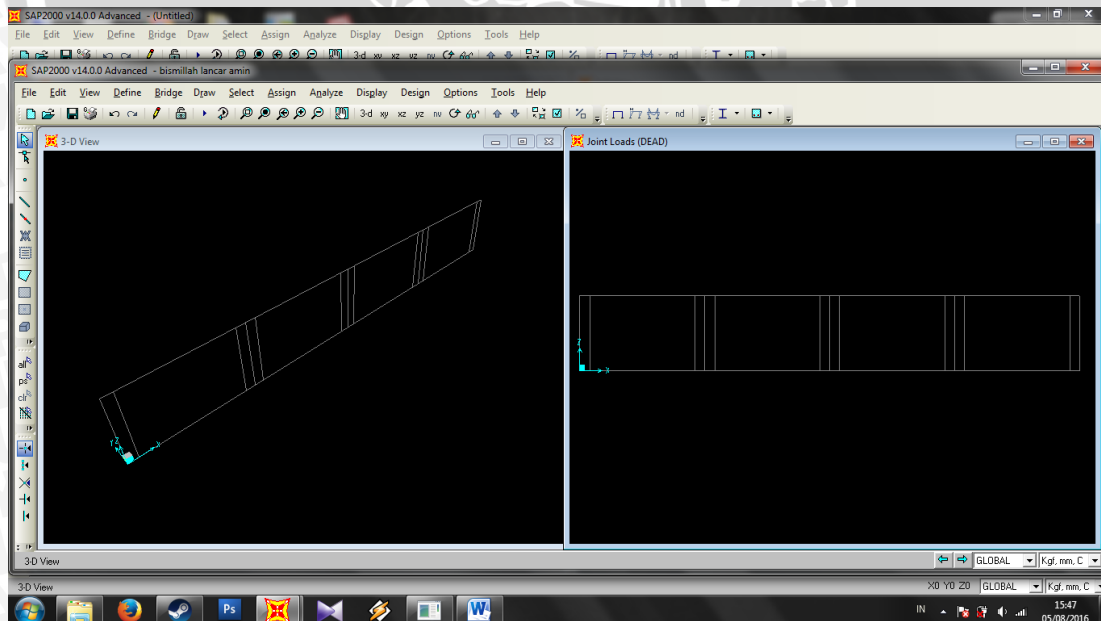
4. Akan muncul tabel. Pilih modify/show system.



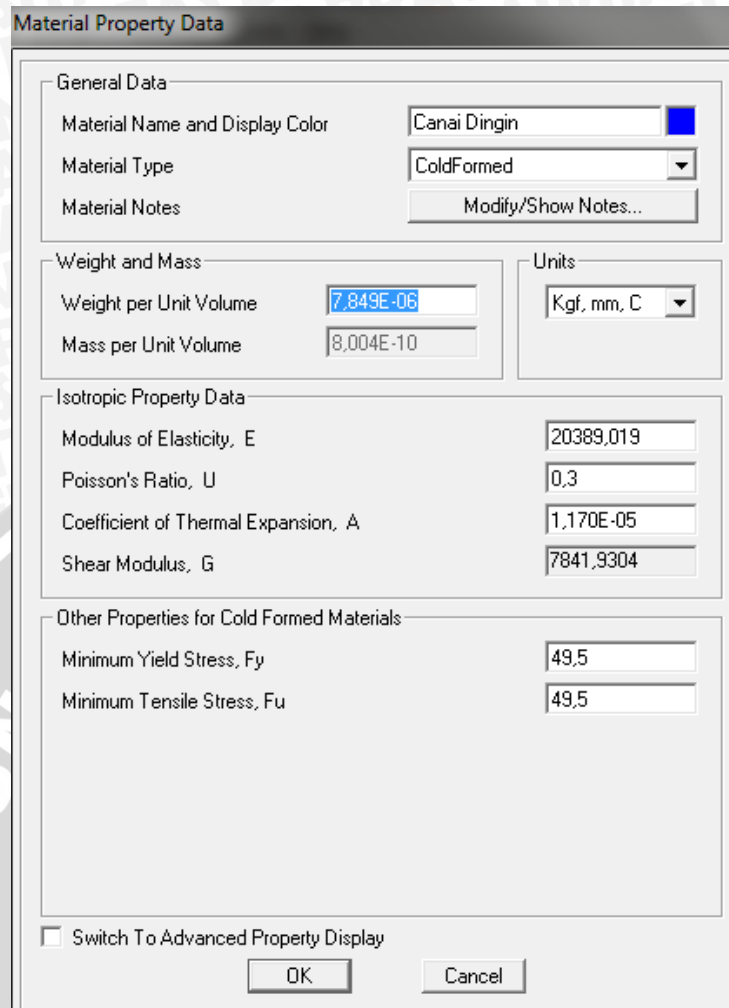
5. Lalu muncul tabel untuk menentukan koordinatnya. Isi seluruh koordinat seperti gambar dibawah ini.



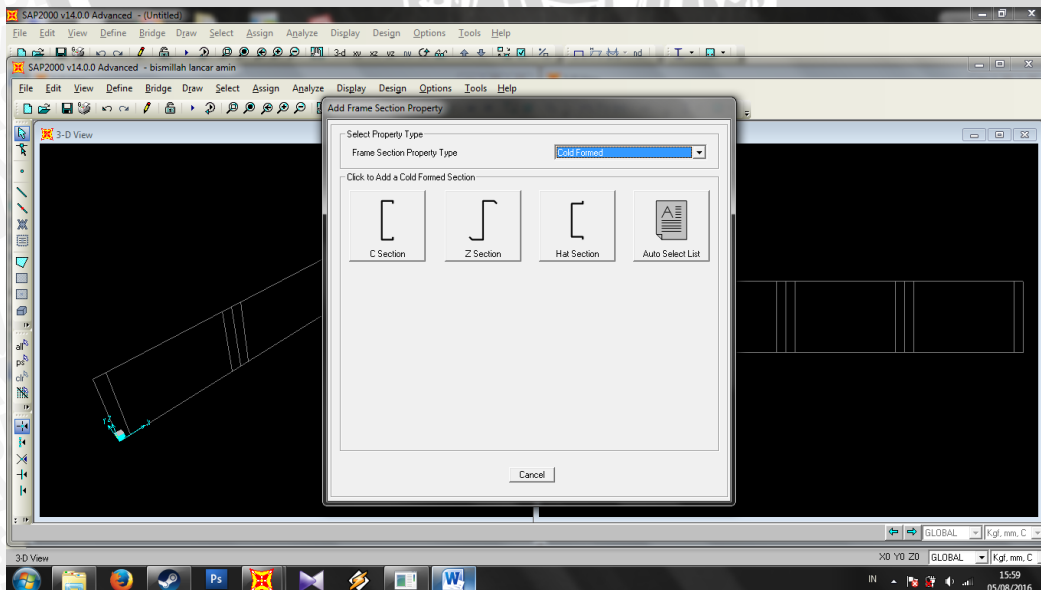
6. Lalu tekan OK maka akan muncul koordinat seperti ini. Dimana terdapat garis bantu yang berfungsi sebagai jarak meletakkan profil sejauh 8cm dari titik buhul yang dikarena oleh dimensi profil.



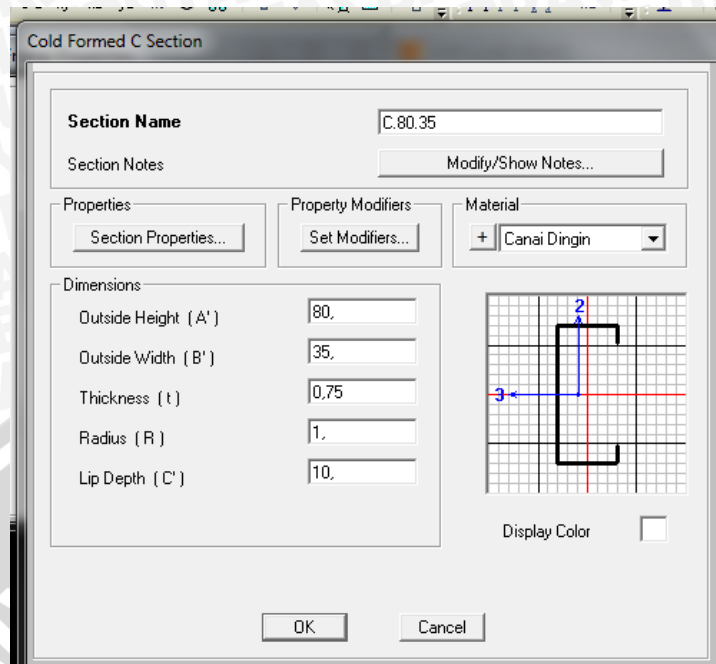
7. Kemudian isi data material yang kita desain. Pilih define → materials. Maka muncul tabel define material. Pilih add new material. Lalu ubah isi tabel seperti gambar dibawah ini.



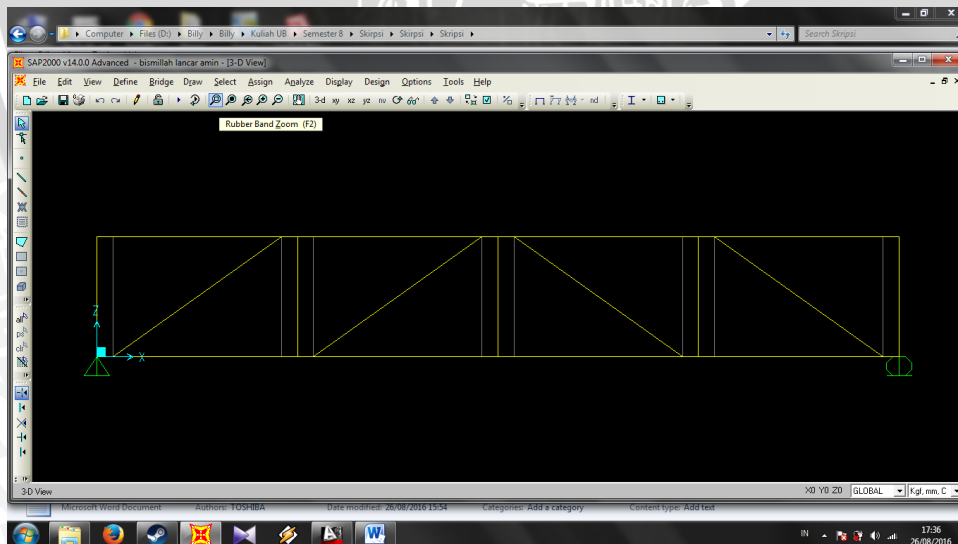
- Setelah itu tentukan profil yang digunakan dengan cara pilih define → section properties → Frame sections. Lalu pilih add new property. Kemudian cari profil yang sesuai dengan perencanaan



9. Akan muncul tabel cold formed C section kemuan ubah sesuai gambar dibawah ini.



10. Setelah menentukan material dan profilnya maka langkah selanjutnya adalah mengambarkan strukturnya dengan cara pilih draw → draw frame/cable/tendon. Klik joint ke joint.
NB: Warna kuning adalah garis gambar model yang akan dianalisis. Warna abu-abu adalah garis bantu yang berguna membuat jarak 8cm dari joint.



11. Beri beban pada tengah bentang dengan klik pada joint yang ingin dibebani lalu pilih Assign → joint loads → forces. Lalu isi beban pada tabel Force Global Z → klik OK

*NB: nilai plus untuk arah beban ke atas. Nilai minus untuk arah beban kebawah

Joint Forces

Load Pattern Name: + DEAD

Units: Kgf, mm, C

Coordinate System: GLOBAL

Options:

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Cancel

12. Sebelum dilakukan analisis yang harus dilakukan adalah mengatur analisis tersebut dalam analisis 3 arah yaitu X,Y dan Z. Dengan cara pilih Analyze → set analysis options.. → pilih space frame 0 → ok

Analysis Options

Available DOFs:

UX UY UZ RX RY RZ

Fast DOFs:

Space Frame Plane Frame Plane Grid Space Truss

XZ Plane XY Plane

OK Cancel Solver Options...

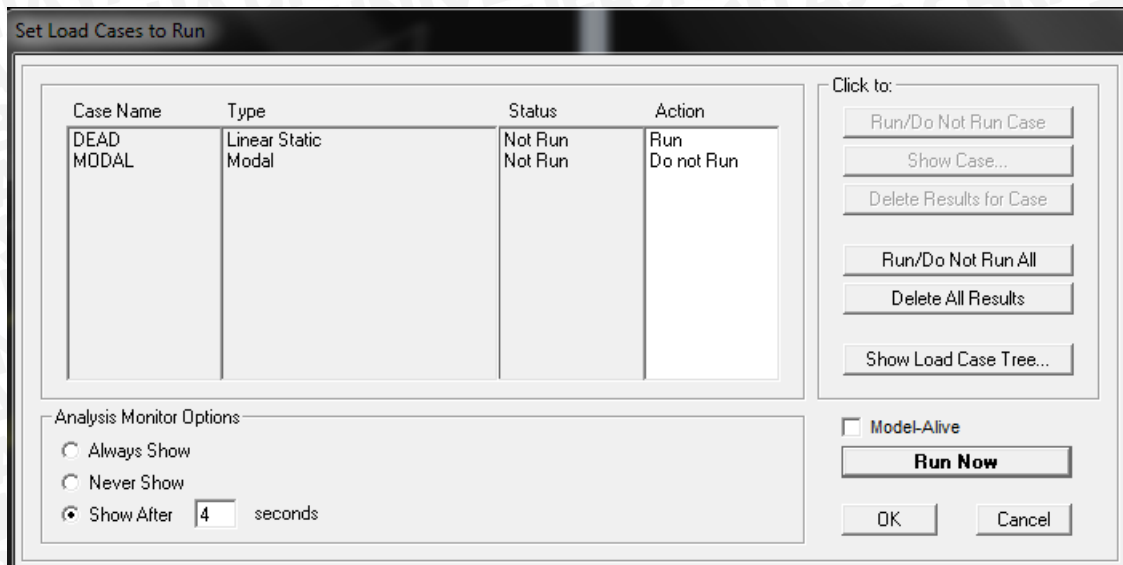
Tabular File:

Automatically save Microsoft Access or Excel tabular file after analysis

File name: _____

Database Tables Named Set: _____ Group: _____

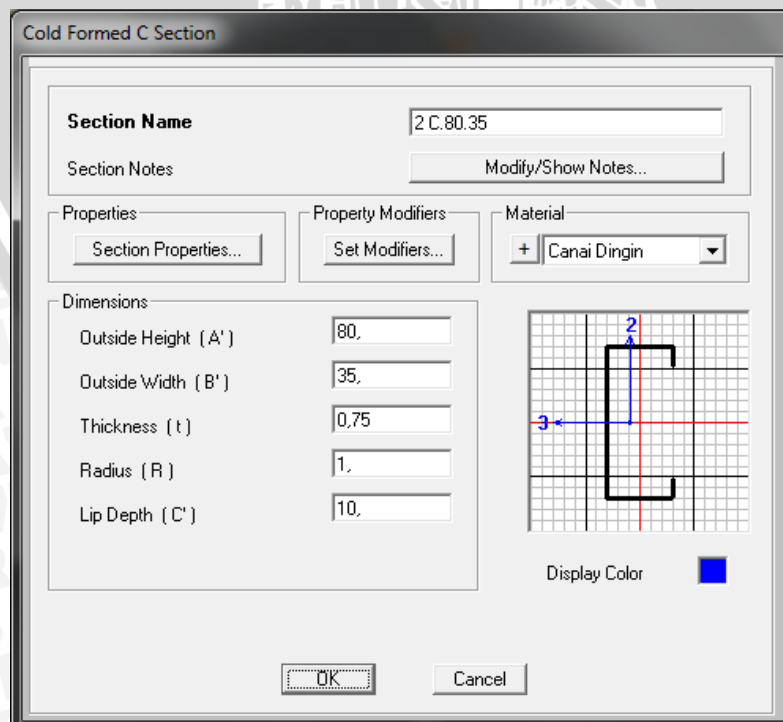
13. Untuk memulai analisis dapat dilakukan dengan cara pilih analyze → run analysis. Untuk MODAL harus “do not run” karena beban gempa tidak dibutuhkan lalu klik RUN NOW.



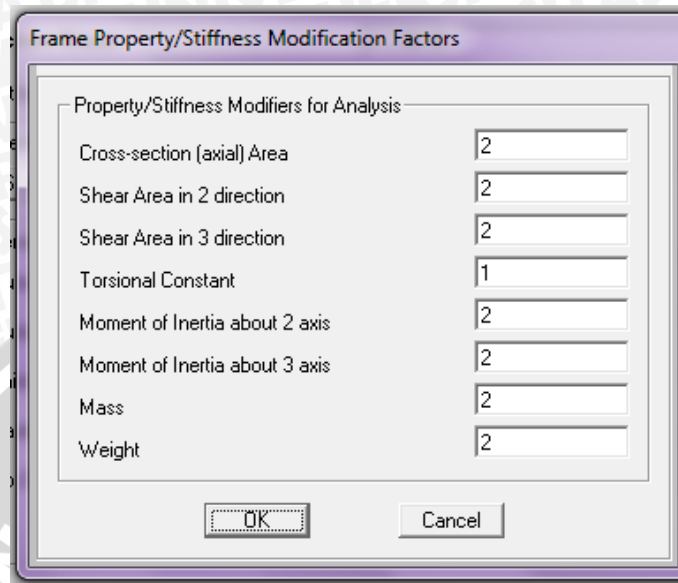
Catatan:

Untuk beberapa permasalahan seperti adanya *double* profil di struktur rangka batang canai dingin yang menggunakan perkuatan 50cm dan 70cm maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah dengan cara mengubah beberapa factor seperti langkah dibawah ini

1. Define → section properties → frame sections. Kemudian akan muncul sebuah tabel pilih add new property maka akan muncul tabel dan edit data seperti dibawah ini.



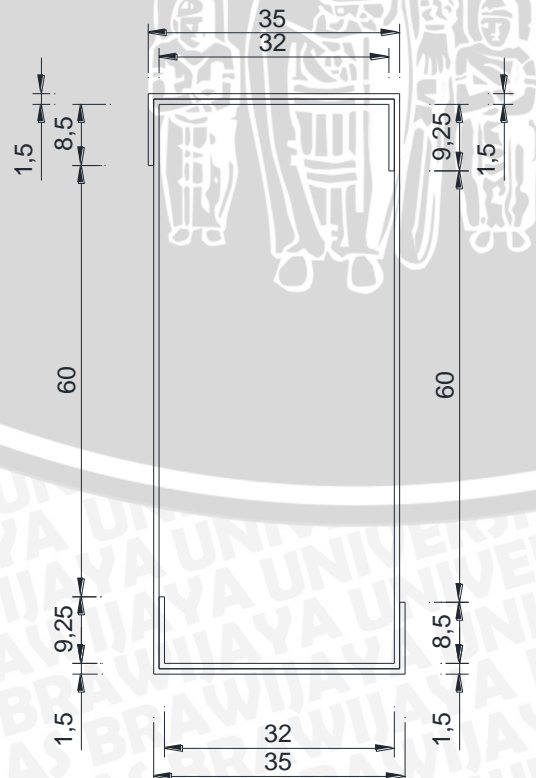
- Setelah data sesuai dengan yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya mengedit factor properties dengan cara pilih Set modifiers sehingga akan muncul tabel dan edit factor seperti dibawah ini



*Catatan : Faktor dikalikan dua sebab *double* profil memiliki luasan dua kali lebih besar dibandingkan *single* profil sehingga berpengaruh pada momen inersia, berat, massa, luasan hingga area geser.

- setelah semua dilakukan maka lanjutkan pada langkah 10 hingga 13.

Perhitungan momen inersia arah x



Titik berat

$$x : \frac{(35.1,5) \cdot 17,5 + (1,5.8,5) \cdot 0,75 + (1,5.9,25) \cdot 34,25 + (0,75.60) \cdot 1,125 + (0,75.60) \cdot 34,625 + (1,5.9,25) \cdot 1,5 + (1,5.8,5) \cdot 35 + (35.1,5) \cdot 18,25}{52,5 + 12,75 + 13,875 + 45 + 45 + 13,875 + 12,75 + 52,5}$$

$$: \frac{4437,46875}{248,25}$$

$$: 17,875 \text{ mm}$$

$$y : \frac{(35.1,5) \cdot 80 + (1,5.8,5) \cdot 75 + (1,5.9,25) \cdot 74,625 + (0,75.60) \cdot 40,75 + (0,75.60) \cdot 40 + (1,5.9,25) \cdot 6,125 + (1,5.8,5) \cdot 5,75 + (35.1,5) \cdot 0,75}{52,5 + 12,75 + 13,875 + 45 + 45 + 13,875 + 12,75 + 52,5}$$

$$: \frac{10023,09375}{248,25}$$

$$: 40,375 \text{ mm}$$

$$I_x : \left(\frac{(35 \cdot 1,5^3)}{12} + 52,5 \cdot 42,625^2 \right) + \left(\frac{(1,5 \cdot 8,5^3)}{12} + 12,75 \cdot 37,625^2 \right) +$$

$$\left(\frac{(1,5 \cdot 9,25^3)}{12} + 13,875 \cdot 37,25^2 \right) + \left(\frac{(0,75 \cdot 60^3)}{12} + 45 \cdot 3,375^2 \right) +$$

$$\left(\frac{(0,75 \cdot 60^3)}{12} + 45 \cdot 2,625^2 \right) + \left(\frac{(1,5 \cdot 9,25^3)}{12} + 13,875 \cdot (-37,25)^2 \right) +$$

$$\left(\frac{(1,5 \cdot 8,5^3)}{12} + 12,75 \cdot (-37,625)^2 \right) + \left(\frac{(35 \cdot 1,5^3)}{12} + 52,5 \cdot (-42,625)^2 \right)$$

$$= 95396,60156 + 18126,18359 + 19351,36133 + 14012,57813 + 13810,07813$$

$$+ 19351,36133 + 18126,18359 + 95396,60156$$

$$= 293570,9492 \text{ mm}^4$$



PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Studi Analisis Pengaruh Perkuatan Pada Sambungan Struktur Jembatan Rangka Baja Canai Dingin Terhadap Lendutan”. Judul tersebut diambil karena pada saat ini berkembang adanya bahan baru pengganti baja yaitu baja canai dingin. Bahan tersebut perlu adanya analisis mengenai perkuatan sambungan.

Penulisan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Tugas akhir ini ditulis dengan maksimal dan mendapat bantuan dari berbagai pihak. Atas dukungan moral dan materil penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu, Kakak, Adik dan segenap keluarga besar yang telah memberi dukungan moral dan materil demi terselesaikannya tugas akhir ini,
2. Ir. Sugeng P. Budio, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,
3. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,
4. Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., MT., M Sc dan Roland Martin Simatupang, ST., MT., M Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir,
5. Staff Recording yang telah membantu dalam administrasi dari awal hingga akhir,
6. Rekan tim penelitian Erlangga Adang P yang telah bekerja sama dan berjuang selama beberapa semester,
7. Putra, Iwan, Awi , teman-teman AmerA Bridge Club dan teman-teman HMJ yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir.

Terlepas dari itu semua, penulis menyadari bahwa banyaknya kekurangan dari segi manapun. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan sangat dibutuhkan.

Malang, November 2016

Penulis



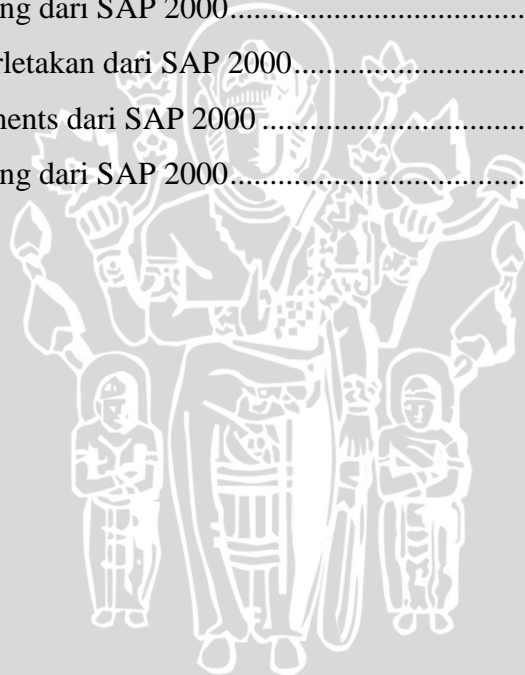
DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis-Jenis Jembatan.....	5
2.2. Jembatan Rangka.....	6
2.2.1 Umum.....	6
2.2.2 Jenis-jenis Jembatan Rangka Baja.....	7
2.2.3 Gaya Batang Jembatan Rangka Baja.....	8
2.2.4 Bagian Struktur Jembatan Rangka Baja.....	8
2.2.6 Konstruksi Baja Canai Dingin.....	11
2.3 Beban.....	19
2.3.1 Beban Primer.....	19
2.3.2 Beban Sekunder.....	20
2.4 Alat sambung.....	21
2.4.1 Sambungan sekrup (gaya tarik).....	22
2.4.2 Sambungan sekrup (gaya geser).....	22
2.5 Peraturan yang Digunakan dalam Perancangan Jembatan.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tahapan Pembahasan.....	23
3.1.1 Penentuan model Struktur jembatan.....	23
3.1.2 Pengumpulan Data.....	23

3.1.3 Perhitungan Pembebanan.....	23
3.1.4 Analisis Data.....	23
3.1.5 Kesimpulan dan saran.....	23
3.2 Flowchart.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Data Bahan Baja Ringan Profil C 80.35.0,75.0,75.....	29
4.2 Analisis Kapasitas Penampang.....	30
4.2.1 Kapasitas Tarik.....	30
4.2.2 Kapasitas Tekan.....	30
4.3 Analisis Sambungan Sekrup.....	34
4.3.1 Sambungan 6 Sekrup.....	34
4.3.2 Sambungan 18 Sekrup.....	37
4.3.3 Sambungan 26 Sekrup.....	41
4.3.4 Sambungan 6 Sekrup Miring.....	44
4.4 Batasan dimensi.....	50
4.4.1 Rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan.....	50
4.4.2 Rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan.....	50
4.5 Analisis menggunakan software SAP 2000.....	50
4.5.1 Analisis struktur rangka batang tanpa perkuatan.....	50
4.5.2 Analisis struktur rangka batang dengan perkuatan 50cm.....	53
4.5.3 Analisis struktur rangka batang dengan perkuatan 70cm.....	57
BAB V PENUTUP.....	63
3.1 Kesimpulan.....	63
3.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Faktor koreksi (<i>kt</i>) untuk elemen yang diarsir	12
Tabel 2.2	Rumus mencari jarak pusat geser	13
Tabel 2.3	Faktor Tumpu (C).....	17
Tabel 2.4	Berat isi untuk beban mati.....	19
Tabel 4.1	Rekap hasil kapasitas profil dan sekrup	48
Tabel 4.2	Hasil reaksi rangka batang dari SAP 2000.....	51
Tabel 4.3	Hasil <i>displacements</i> dari SAP 2000	52
Tabel 4.4	Hasil analisis gaya batang dari SAP 2000.....	53
Tabel 4.5	Hasil reaksi perletakan dari SAP 2000.....	544
Tabel 4.6	Hasil <i>displacements</i> dari SAP 2000	555
Tabel 4.7	Hasil gaya batang dari SAP 2000.....	566
Tabel 4.8	Hasil reaksi perletakan dari SAP 2000.....	588
Tabel 4.9	Hasil <i>displacements</i> dari SAP 2000	5959
Tabel 4.10	Hasil gaya batang dari SAP 2000.....	600



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tipe rangka jembatan	7
Gambar 2.2.	Struktur jembatan secara umum	8
Gambar 3.1	Model 1 Tanpa Sambungan	24
Gambar 3.2	Model 2 Dengan Sambungan panjang 50cm	25
Gambar 3.3	Model 3 Dengan Sambungan panjang 70cm	26
Gambar 4.1	Penomoran joint pada rangka batang	51
Gambar 4.2	Penomoran batang pada rangka batang	51
Gambar 4.3	Pembebanan pada SAP 2000	52
Gambar 4.4	Penomoran joint pada rangka batang	54
Gambar 4.5	Penomoran batang pada rangka batang	54
Gambar 4.6	Penomoran joint pada rangka batang	57
Gambar 4.7	Penomoran batang pada rangka batang	57



DAFTAR GRAFIK

No.	Judul	Halaman
Grafik 4.1	Rekap hasil kapasitas profil dan sekrup	48



DAFTAR LAMPIRAN

Judul	Halaman
Langkah-langkah menggunakan software SAP2000	67
Perhitungan momen inersia arah x	75



RINGKASAN

Billy Wijaya Hidayatullah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Oktober 2016, *Studi Analisis Pengaruh Perkuatan Sambungan Pada Struktur Jembatan Rangka Canai Dingin Terhadap Lentutan*, Dosen Pembimbing: Roland Martin Simatupang, ST., MT., M Sc dan Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., MT., M Sc.

Jembatan rangka baja canai dingin hanya diperuntukkan untuk pejalan kaki. Jembatan rangka merupakan sebuah jembatan yang terdiri dari batang-batang yang dihubungkan dengan sambungan sendi hingga membentuk rangka segitiga yang akan mengalami tegangan akibat gaya tarik, gaya tekan, atau kadang-kadang keduanya jika terkena beban-beban dinamis. Material baja canai dingin atau *cold formed* adalah suatu komponen struktur yang terbuat dari lembaran-lembaran baja yang diproses dengan bentuk-bentuk profil tertentu menggunakan proses *press-braking* atau *roll forming*. Material baja ringan yang merupakan komponen yang tipis, ringan dan mudah dalam pengerjaan bila dibandingkan dengan material baja biasa (*hot rolled*).

Dalam studi ini akan dilakukan sebuah analisis jembatan rangka dengan material baja ringan canai dingi. Analisis yang akan dilakukan pada studi ini yaitu dengan menggunakan bantuan *software* SAP 2000. Dalam analisisnya terbatas pada 2 dimensi sehingga analisis yang dilakukan hanya pada struktur rangka batang tanpa ikatan angin dan struktur melintangnya. Terdapat 3 model rangka batang yang akan dianalisis yaitu struktur jembatan rangka tanpa perkuatan, struktur jembatan rangka dengan perkuatan 50 cm, dan struktur jembatan rangka dengan perkuatan 70 cm.

Hasil analisis dengan menggunakan *software* SAP 2000 didapatkan nilai hasil lentutan pada masing-masing model yang meliputi model struktur jembatan rangka tanpa perkuatan, model struktur jembatan rangka dengan perkuatan sambungan 50 cm dan model struktur jembatan rangka dengan perkuatan sambungan 70 cm yang masing-masing nilainya adalah 4,467 mm; 3,782 mm; dan 3,536 mm. Nilai tersebut merupakan lentutan di tengah bentang dengan beban 850 kg yang juga berada di tengah bentang. Dari ketiga nilai lentutan tersebut, model struktur jembatan rangka dengan perkuatan sambungan 70 cm merupakan model dengan nilai lentutan terkecil dengan nilai 3,536 mm.

Kata kunci: jembatan rangka, perkuatan sambungan, canai dingin.



SUMMARY

Billy Wijaya Hidayatullah, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, in October 2016, *Analytical Study on the Effect of Strengthened Connection to the Deflection of Cold Form Steel Truss Bridge*. Roland Martin Simatupang, ST., MT., M Sc dan Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., MT., M Sc.

Cold form steel truss bridge reserved for pedestrians only. The steel truss bridge is a bridge framework consisting of rods connected by pin connection to form a triangular frame that will experience stress due to the tensile force, compressive force, or sometimes both when exposed to dynamic loads. Material cold rolled steel or cold formed is a structural component made of sheets of steel are processed forms of a specific profile using the press-braking or roll forming. Mild steel material which is a component that is thin, light and easy in progress when compared with the usual steel material (hot rolled).

This study will be an analysis of bridge frame with dingi rolled mild steel material. The analysis will be performed on this study is to use the help of SAP software 2000. In its analysis is limited to two dimensions so that the analysis is done only on the truss without bond wind and transverse structure. There are 3 models of trusses are analyzed without strengthening the framework bridge structure, bridge structure reinforcement frame by 50 cm, and the bridge structure reinforcement frame with 70 cm.

Results of analysis using SAP software in 2000 obtained the value of the deflection on each model includes a model of the bridge structure frame without retrofitting, the model structure of the bridge frame with strengthening the connection of 50 cm and a model of the structure of the bridge frame with strengthening the connections 70 cm each value is 4.467 mm; 3.782 mm; and 3.536 mm. The value of the deflection at midspan with a load of 850 kg, which is also at midspan. Of the three values of the deflection, the bridge structure model framework by strengthening the connection of 70 cm is the model with the smallest deflection value with a value of 3.536 mm.

Keywords: steel truss bridge, strengthening the connection, cold rolled.

