

PERANCANGAN STRUKTUR DUDUKAN MESIN LAS SAW 1500A UNTUK PENGELASAN SHELL BEJANA TEKAN DIAMETER 1600 (mm)

Parman Sinaga

*Program studi Teknik Mesin ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
parmans@itbu.ac.id*

Abstrak

Dalam proses pembuatan bejana tekan, Pengelasan shell bejana tekan menggunakan mesin las SAW, diperlukan struktur dudukan untuk mesin las SAW yang dalam pembuatannya harus memperhitungkan beban mesin dan operatornya. Untuk menunjang proses pengelasan SAW dibutuhkan struktur penunjang untuk Mesin SAW, sehingga struktur sebagai penopang mesin SAW perlu dilakukan perhitungan dengan tujuan untuk menahan beban Mesin SAW. Analisis data atau perhitungan yang dilakukan adalah Momen keseluruhan yang terjadi pada setiap batang, Momen inersia dan titik berat penampang, Bending Stress yang terjadi pada setiap batang dan Safety Factor. Perencanaan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW dihitung stress yang terjadi pada masing-masing batang yang menggunakan baja siku 75x75x6, siku 40x40x4, dan UNP 100x50 sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanan terendah adalah 2,5 dengan nilai stress maksimum sebesar 100 MPa. Kekuatan struktur ditentukan dari nilai faktor keamanan dimana dikatakan kuat jika faktor keamanan nilainya diatas 1, pada perancangan struktur dudukan mesin las SAW ini didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,5 sehingga struktur ini bisa dikatakan kuat dilihat dari nilai faktor keamanannya.

Kata kunci: Shell bejana tekan, mesin las SAW, struktur, bending stress, faktor keamanan

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan hal paling penting dalam pembuatan bejana tekan (I. P. Mulyatno, 2014). Dalam proses pembuatan bejana tekan, pengelasan dilakukan untuk menyambung plat yang telah diroll sehingga dapat menahan tekanan yang telah ditentukan. pengelasan sendiri mengacu pada WPS (welding procedure specification) agar mendapatkan hasil pengelasan yang baik.

Dengan kemajuan teknologi yang begitu pesat pengelasan dapat dilakukan secara otomatis yaitu dengan metode penyambungan las SAW (Submerged Arc Welding). Penggunaan metode pengelasan SAW banyak digunakan karena hasil dan kualitas lasan las yang baik, kecepatan proses produksi yang tinggi sehingga mempercepat dan meningkatkan efisiensi waktu pekerjaan serta dapat mengurangi pengerjaan ulang.

Untuk pengelasan shell bejana tekan menggunakan mesin las SAW, posisi mesin harus berada diatas shell, sehingga

diperlukan struktur dudukan untuk mesin las SAW. Yang mana dalam pembuatannya harus memperhitungkan beban mesin dan operatornya.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Dalam perancangan struktur penunjang mesin las saw 1500A untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian perencanaan. Pada perencanaan metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif-deduktif/induktif, karena perencanaan memiliki tahapan-tahapan yang dikerjakan bertahap dan tiap tahap memiliki uraian pekerjaan secara deduktif (pendekatan makro ke mikro) atau induktif (pendekatan dari mikro ke makro).

Kasus dalam penelitian ini yaitu merancang sebuah struktur penunjang mesin las saw 1500A untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm, dimana mesin las tersebut akan diposisikan diatas shell

berdiameter 1600mm sehingga diperlukan suatu struktur untuk menopangnya.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk menghasilkan analisis yang sesuai, maka diperlukan data-data teknis yang berhubungan dengan mesin las SAW yang digunakan. Pengumpulan data ini dilakukan dengan berbagai cara, adapun metode yang dilakukan yaitu antara lain:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap salah satu orang dibagian produksi yang ada di PT Intan Prima Kalorindo, dengan jaminan bahwa data yang diberikan sesuai dengan kondisi dan keadaan sebenarnya, wawancara ini lebih difokuskan kepada pengumpulan data sebanyak-banyaknya mengenai mesin las SAW baik berupa manual book maupun spek yang tertera pada name plate mesin.

2. Dokumen

Pengambilan dokumen merupakan pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data atau pengamatan obyek secara langsung. Pengambilan data ini difokuskan kepada pengumpulan data teknis tertulis baik itu spesifikasi teknis, drawing, dan table-table penunjang yang diambil dari berbagai referensi.

Data yang diperoleh dari metode pengambilan data diatas terdiri dari2 (dua) macam, yaitu :

1. Data Primer

Data primer merupakan data-data pokok yang diambil dari pengamatan langsung di lapangan yang tertuang dalam bentuk satu dokumen datasheet dan drawing, data primer yang dimaksud diantaranya adalah:

- a. Dimensi mesin las SAW
- b. Berat mesin las SAW (kg)

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data-data penunjang tambahan yang diambil dari beberapa referensi baik tabel ataupun grafik, data sekunder yang dimaksud diantaranya adalah:

- a. Yield Strength (E)
- b. Tabel standard baja struktural

- c. Dimensi standard baja struktural
- d. Berat standard baja structural per meter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

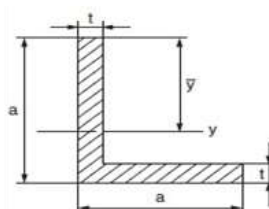
3.1 Analisis

Dalam melakukan perancangan struktur penunjang mesin las SAW digunakan metode analisis dengan melakukan perhitungan menggunakan teori dan rumus yang sudah dibahas pada Bab 2, dimanana yang dihitung adalah gaya, momen, keseimbangan gaya, momen inersia pada batang, *Bending Stress* pada setiap batangnya. Setelah diketahui *Bending Stress* yang terjadi maka dapat diketahui apakah struktur tersebut kuat atau tidak yang ditandai dengan nilai *Safety Factor* diatas nilai satu.

3.2 Titik Berat dan Momen Inersia Pada Batang

Profil batang yang digunakan adalah baja siku dan UNP sehingga momen inersia yang harus dihitung adalah untuk baja siku dan UNP juga dengan menggunakan persamaan 2-7 dan 2-8.

Titik berat dan momen inersia pada profil baja siku 75 x 75 x 6:



Gambar 1. Baja siku 75 x 75 x 6

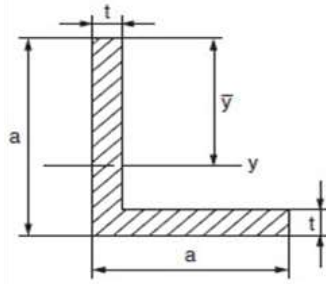
Sumber: Penelitian mandiri

Dimana:

$$\begin{aligned}
 a &= 75 \text{ mm} \\
 t &= 6 \text{ mm} \\
 I_x &= \frac{a^3 t^3 + a t^3 a^2}{12} = \frac{75^3 \cdot 6^3 + 75 \cdot 6^3 \cdot 75^2}{12} \\
 I_x &= 54,3288 \\
 I_y &= \frac{1}{12} [t^3 a^3 + a^3 t^3 - 6 \cdot (75 - 6)^2 \cdot 6^3] \\
 I_y &= \frac{1}{12} [6^3 \cdot 75^3 + 75^3 \cdot 6^3 - 6 \cdot (75 - 6)^2 \cdot 6^3] \\
 I_y &= 4885,723 \text{ mm}^4 = 4,885723 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas bahwa baja siku 75 x 75 x 6 mm memiliki nilai titik berat y yaitu 54,05 mm atau 0,054 m dan momen inersia $4,68 \times 10^{-7} \text{ m}^4$.

Titik berat dan momen inersia pada profil baja siku 40 x 40 x 4 mm:



Gambar 2. Baja siku 40 x 40 x 4

Sumber : Young, Budynas, & Sadegh, 2012, p. 687)

Dimana:

a = 40 mm
t = 4 mm

$$y = a \frac{a^2 + at - t^2}{2(2a - t)} = 40 \frac{40^2 + 40 \times 4 - 4^2}{2(2 \times 40 - 4)}$$

$$y = 20,34 \text{ mm}$$

$$I = \frac{1}{3} [2y^2 + a(a - y)^2 - (a - t)(a - y - t)^2]$$

$$I = \frac{1}{3} [4 \times 20,34^2 + 40(40 - 20,34)^2 - 140 - 4(40 - 20,34 - 4)^2]$$

$$I = 40281 \text{ mm}^4 = 4,02 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

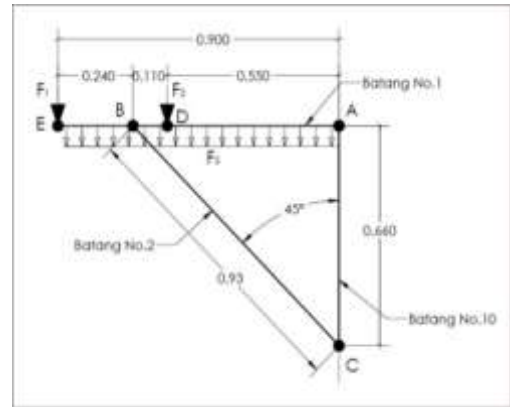
Dari hasil perhitungan di atas bahwa baja UNP 100 x 50 mm memiliki nilai titik berat y yaitu 50 mm atau 0,05 m dan momen inersia 1,94 x 10⁻⁶ m⁴.

3.3 Reaksi Tumpuan dan Bending Stress pada Setiap Batang

Sebelumnya sudah diasumsikan rangka struktur yang akan digunakan adalah seperti pada gambar 4.6, dimana terdapat 11 batang yang masing-asing batang tersebut harus dihitung Bending Stress dan reaksi gaya nya dimulai dari batang 1 sampai 11 dan menggambarkan diagram gaya normal, gaya lintang dan momen lentur yang terjadi.

Batang 1 dan 2:

Batang 1 dan 2 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 3. Pembebanan batang no.1

Sumber: Penelitian mandiri

Diketahui $F_1 = F_2 = 539 \text{ N}$ dan $F_3 = 160 \text{ N} \times 0,9 \text{ m} = 1742 \text{ N/m}$

Reaksi gaya di titik B pada batang No.1:

$$\sum M_A = 0 = R_A \cdot 0 - F_2 \cdot 0,55 + R_B \cdot 0,66 - F_1 \cdot 0,9 - F_3 \cdot 0,9 \cdot 0,45$$

$$R_B = \frac{(539 \cdot 0,55) + (539 \cdot 0,9) + (1742 \cdot 0,9 \cdot 0,45)}{0,66}$$

$R_B = 1851 \text{ N}$

Jadi, reaksi gaya di titik B pada batang No.1 adalah $R_B = 1851 \text{ N}$.

Reaksi gaya di titik A pada batang No.1:

$$\sum M_B = 0 = R_A \cdot 0,66 - F_2 \cdot 0,11 + R_B \cdot 0 - F_1 \cdot 0,24 - F_3 \cdot 0,9 \cdot 0,21$$

$$R_A = \frac{(539 \cdot 0,11) + (539 \cdot 0,24) + (1742 \cdot 0,9 \cdot 0,21)}{0,66}$$

$R_A = 687 \text{ N}$

Jadi, reaksi gaya di titik A pada batang No.1 adalah $R_A = 687 \text{ N}$. Bending momen pada batang No.1:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.1 maka batang tersebut dibagi menjadi 3 segmen yaitu segmen AD, DB, dan BE.

Segmen AD:

$$M_{AD} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2)$$

$$M_{AD} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2)$$

Untuk $x = 0 \rightarrow M_{AD} = 0$

Untuk $x = 0,55 \rightarrow M_{AD} = 687 \cdot 0,55 - 1742 \cdot 0,55 \left(\frac{0,55}{2}\right) = 114 \text{ N} \cdot \text{m}$

Segmen DB:

$$M_{DB} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2) - F_2 \cdot (x - 0,55)$$

$$M_{DB} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2) - 539 \cdot (x - 0,55)$$

Untuk $x = 0,55$

$$\rightarrow M_{DB} = 687 \cdot 0,55 - 1742 \cdot 0,55 \left(\frac{0,55}{2}\right) - 539 \cdot (0,55 - 0,55) = 114 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Untuk $x = 0,66$

$$\rightarrow M_{DB} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) = 15 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Segmen BE:

$$M_{BE} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2) - F_2 \cdot (x - 0,55) + RB(x - 0,66)$$

$$M_{BE} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2) - 539 \cdot (x - 0,55) + RB(x - 0,66)$$

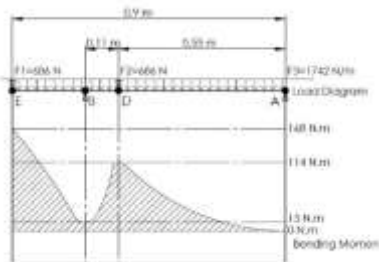
Untuk $x = 0,66$

$$\rightarrow M_{BE} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) + 1851 \cdot (0,66 - 0,66) = 15 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Untuk $x = 0,9$

$$\rightarrow M_{BE} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) = 148 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.1 sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram bending momen batang no.1
Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.1:

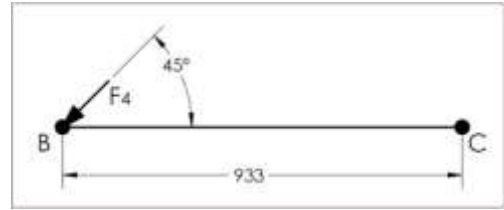
$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{148 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-7}} = 19405407 \text{ N/m}^2 = 19,4 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.1 adalah

$$\sigma_{maks} = 19,4 \text{ MPa}$$

Batang 2:

Batang 2 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 5. Pembebanan batang no.2
Sumber: Penelitian mandiri

Gaya F4 pada batang no.2 dapat diketahui dari reaksi titik B (RB) pada batang no.1 yaitu = 1851 N ditambah berat batang 1 itu sendiri senilai 41,2 kg sehingga total gaya F4 = 1851 + 41,2 x 9,8 = 2254 N

Reaksi gaya di titik C pada batang No.2:

$$RC = F_4 \cdot \cos 45^\circ$$

$$RC = 2254 \times 0,7$$

$$RC = 1578 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik C pada batang No.2 adalah RC = 1578 N.

Bending momen pada batang No.2:

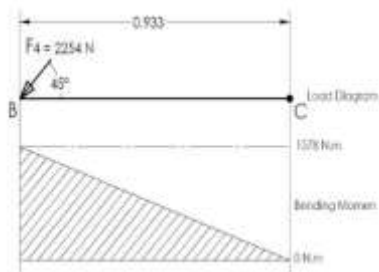
$$M_{CB} = RC \cdot x$$

$$M_{CB} = 1578 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{CB} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 0,933 \rightarrow M_{CB} = 1578 \times 0,933 = 1472 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.2 sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram bending momen batang no.2
Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.2:

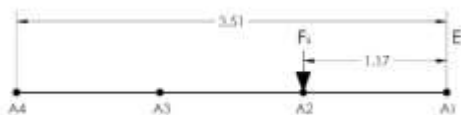
$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1578 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-7}} = 182076923 \text{ N/m}^2 = 182 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.2 adalah

$$\sigma_{maks} = 182 \text{ MPa}$$

Batang no.3:

Batang 3 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 7. Pembebanan batang no.3
Sumber: Penelitian mandiri

Gaya F5 pada batang no.3 dapat diketahui dari reaksi titik A (RA) pada batang no.1 yaitu = 687 N ditambah berat batang 1 itu sendiri senilai 41,2 kg sehingga total gaya F5 = 687 + 41,2 x 9,8 = 1090 N, pada batang no.3 ini beban diberikan hanya pada satu titik saja dikarenakan mesin SAW hanya satu dan berjalan secara orizontal dari titik A1 ke titik A4 untuk reaksi gaya pada titik dapat dipastikan bahwa RA1 = RA4 = RA2 = RA3 namun reaksi gaya harus ditetapkan pada nilai maksimum sehingga diyakini bahwa gaya maksimum akan terjadi ketika mesin las SAW berada pada titik A2 sedangkan yang dijadikan tumpuan pada perhitungan adalah titik A1 dan A4.

Reaksi gaya di titik A1 pada batang No.3:

Jadi, reaksi gaya di titik A4 pada batang

$$\sum M_{A_4} = 0 = RA_1 \cdot 0 - F_5 \cdot 2,34 + RA_2 \cdot 3,51$$

$$RA_1 = \frac{(1090 \cdot 2,34)}{3,51}$$

$$RA_1 = 726,6 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik A1 pada batang No.3 adalah RA1 = 726,6 N

Reaksi gaya di titik A4 pada batang No.3:

$$\sum M_{A_1} = 0 = RA_4 \cdot 0 - F_5 \cdot 1,17 + RA_2 \cdot 3,51$$

$$RA_4 = \frac{(1090 \cdot 1,17)}{3,51}$$

$$RA_4 = 363,3 \text{ N}$$

No.3 adalah RA4 = 363,3 N. Bending momen pada batang No.3:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.3 maka batang tersebut dibagi menjadi 2 segmen yaitu segmen A1 A2 dan A2 A4.

Segmen A1 A2:

$$M_{A1A2} = RA_1 \cdot x$$

$$M_{A1A2} = 726,6 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{A1A2} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 1,17 \rightarrow M_{A1A2} = 726,6 \cdot 1,17 = 851 \text{ N.m}$$

Segmen A2 A4:

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.3 sebagai berikut:

$$M_{A2A4} = RA_2 \cdot x - F_5 \cdot (x - 1,17)$$

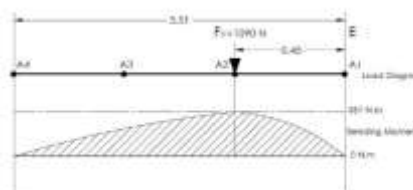
$$M_{A2A4} = 726,6 \cdot x - 1090 \cdot (x - 1,17)$$

$$\text{Untuk } x = 1,17$$

$$\rightarrow M_{A2A4} = 726,6 \cdot 1,17 - 1090 \cdot (1,17 - 1,17) = 851 \text{ N.m}$$

$$\text{Untuk } x = 3,51$$

$$\rightarrow M_{A2A4} = 726,6 \cdot 3,51 - 1090 \cdot (3,51 - 1,17) = 0 \text{ N.m}$$



Gambar 8. Diagram bending momen batang no.3

Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.3:

$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{851 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-7}} = 98192307 \text{ N/m}^2 = 99 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.3

σ batang 3 = 99 MPa.

Batang no.4:

Batang 4 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 3.9 Pembebanan batang no.4

Sumber: Penelitian mandiri

Hampir sama dengan batang no.3 Gaya F6 pada batang no.4 dapat diketahui dari reaksi titik C (RC) pada batang no.2 yaitu = 1578 N ditambah berat batang 1 dan 2 senilai 83 kg sehingga total gaya F5 = 1578 + 83 x 9,8= 2392 N, pada batang no.4 ini beban diberikan hanya pada satu titik saja dikarenakan mesin SAW hanya satu dan berjalan secara horisontal dari titik C1 ke titik C4 untuk reaksi gaya pada titik dapat dipastikan bahwa RC1= RC4 = RC2 = RC3 namun reaksi gaya harus ditetapkan pada nilai maksimum sehingga diyakini bahwa gaya maksimum akan terjadi ketika mesin las SAW berada pada titik A2 sedangkan yang dijadikan tumpuan pada perhitungan adalah titik C1 dan C4.

Reaksi gaya di titik C1 pada batang No.4:

Jadi, reaksi gaya di titik C1 pada batang No.4 adalah RC1 = 1595 N. Reaksi gaya di titik C4 pada batang No.4:

$$\sum M_{C1} = 0 = RC_4 \cdot 0 - F_6 \cdot 1,17 + RC_1 \cdot 3,51$$

$$RC_4 = \frac{(2392 \cdot 1,17)}{3,51}$$

$$RC_4 = 797,3 \text{ N}$$

$$\sum M_{C4} = 0 = RC_1 \cdot 0 - F_6 \cdot 2,34 + RC_4 \cdot 3,51$$

$$RC_1 = \frac{(2392 \cdot 2,34)}{3,51}$$

$$RC_1 = 1595 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik C4 pada batang No.4 adalah RC4 = 797,3 N.

Bending momen pada batang No.4:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.4 maka batang tersebut dibagi menjadi 2 segmen yaitu segmen C1 C2 dan C2 C4.

Segmen A1 A2:

$$M_{C1C2} = RC_1 \cdot x$$

$$M_{C1C2} = 1595 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{C1C2} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 1,17 \rightarrow M_{C1C2} = 1595 \cdot 1,17 = 1867 \text{ N.m}$$

Segmen C2 C4:

$$M_{C2C4} = RC_1 \cdot x - F_6 \cdot (x - 1,17)$$

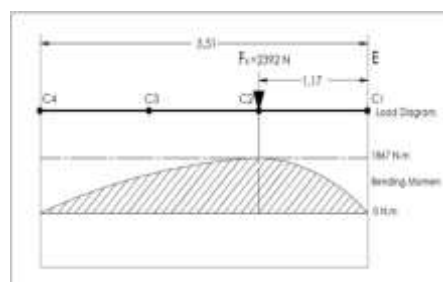
$$M_{C2C4} = 1595 \cdot x - 2392 \cdot (x - 1,17)$$

$$\text{Untuk } x = 1,17$$

$$\rightarrow M_{C2C4} = 1595 \cdot 1,17 - 2392 \cdot (1,17 - 1,17) = 1867 \text{ N.m}$$

$$\text{Untuk } x = 3,51$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.4 sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram bending momen batang no.4

Sumber: Penelitian mandiri

3.4 Faktor Keamanan (Safety Factor)

Faktor keamanan adalah hal yang paling penting karena menyangkut keselamatan, idealnya nilai faktor keamanan tidak kurang dari 1, nilai faktor keamanan dapat dihitung menggunakan persamaan 2-12 (W. C. Young, 2012).

Faktor keamanan untuk masing-masing batang:

Tabel 1. Faktor keamanan minimum disetiap batang

Nomor Batang	Bending Stress Maksimum, σ (MPa)	Yield Strength / Modulus elastisitas E Material (MPa)	Faktor Keamanan $\frac{\sigma}{E}$
Batang no.1	19,4	250	12,8
Batang no.2	182	250	1,3
Batang no.3	99	250	2,5
Batang no.4	216	250	1,2
Batang no.5	100	250	2,5
Batang no.6	12	250	20,8
Batang no.7	54	250	4,6
Batang no.8	75	250	3,3
Batang no.9	94	250	2,6
Batang no.10	22	250	11,3
Batang no.11	19	250	13,1

Sumber: Penelitian mandiri

3.5 Pembahasan

Berdasarkan nilai faktor keamanan pada setiap batang sudah dipastikan bahwa struktur penunjang mesin las SAW ini sudah optimum karena terbukti secara analisis tidak ada batang dengan nilai faktor keamanan dibawah 1, namun terdapat 2 batang dengan nilai faktor keamanan yang sangat mendekati nilai 1 yaitu batang no.2 dan 3 dimana masing-masing memiliki nilai faktor keamanan 1,3 dan 1,2 sehingga muncul keragu-raguan, untuk itu perlu dianalisis ulang untuk kedua batang tersebut.

Sebelumnya batang no.2 dan 4 direncanakan menggunakan baja siku 75 x 75 x 6 mm, supaya dapat meningkatkan nilai faktor keamanan maka batang tersebut dihitung lagi menggunakan UNP 100 x 50, karena diyakini bahwa UNP 100 x 50 mm akan lebih kuat lagi.

Batang no. 2: Dimana:

Bending momen maksimum = 1578 N.m

Bending Stress maksimum pada batang no.2 jika menggunakan UNP100 x 50 mm:

Berikut adalah summary penggunaan batang dalam

$$F_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1578,0250}{1,94 \times 10^{-4}} = 40670104 \text{ N/m}^2 = 41 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No 2 jika menggunakan UNP adalah $\sigma_{maks} = 41 \text{ MPa}$. Koefisien faktor keamanan sebesar $250 / 41 = 6$.

Batang no. 4:

Dimana:

Bending momen maksimum = 1867 N.m

Bending Stress maksimum pada batang no.4 jika menggunakan UNP 100 x 50 mm:

$$F_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1867,0250}{1,94 \times 10^{-4}} = 48118557 \text{ N/m}^2 = 49 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No 4 jika menggunakan UNP adalah $\sigma_{maks} = 49 \text{ MPa}$. Koefisien faktor keamanan sebesar $250 / 49 = 5,1$.

Setelah diganti menjadi UNP 100 x 50 batang no.2 dan 4 mengalami peningkatan menjadi 6 dan 5,1 dari sebelumnya yang hanya 1,3 dan 1,2.

merencanakan struktur penunjang mesin las SAW untuk pengelasan shell diameter 1600mm.

Tabel 2. Summary penggunaan material batang pada perencanaan struktur

Nomor Batang	Material	Faktor Keamanan
Batang no.1	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	12,8
Batang no.2	UNP 100 x 50 mm	6
Batang no.3	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	2,5
Batang no.4	UNP 100 x 50 mm	5,1
Batang no.5	Baja siku 40 x 40 x 4 mm	2,5
Batang no.6	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	20,8
Batang no.7	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	4,6
Batang no.8	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	3,3
Batang no.9	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	2,6
Batang no.10	UNP 100 x 50 mm	3,7
Batang no.11	UNP 100 x 50 mm	4,4

Sumber: Penelitian mandiri

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil perancangan yang dilakukan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW untuk pengelasan shell bejana tekan diameter

1600 mm dengan menggunakan metode analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur dudukan mesin las SAW untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm dirancang menggunakan batang baja profil siku 75x75x6, siku 40x40x4 dan UNP 100x50.
2. Perencanaan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW ini telah dihitung stress yang terjadi pada masing-masing batang sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanan terendah adalah 2,5 dengan nilai stress maksimum sebesar 100 MPa.
3. Kekuatan struktur ditentukan dari nilai faktor keamanan dimana dikatakan kuat jika faktor keamanan nilainya diatas 1, pada perancangan struktur dudukan mesin las SAW ini didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,5 sehingga struktur ini bisa dikatakan kuat dilihat dari nilai faktor keamanannya.

4.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis bermaksud memberikan saran yang semoga bermanfaat bagi pembaca dengan harapan agar penelitian selanjutnya dibidang perencanaan struktur dapat mencapai hasil yang lebih baik. Berikut saran penulis untuk para pembaca:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih dalam mengenai penghitungan kekuatan struktur dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti faktor angin, seismic, dll.
2. Penelitian selanjutnya disarankan agar dapat dilakukan dengan menggunakan software terkemuka dibidang penghitungan kekuatan struktur sehingga dapat melakukan validasi terhadap perhitungan yang sudah dibuat secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- I. P. Mulyatno, A. Trimulyono and S. F. Khristyson, "Analisa Kekuatan Konstruksi Internal Ramp Sistem Steel Wire Rope Pada Km. Dharma Kencana VII Dengan Metode Elemen Hingga," KAPAL, vol. 11 No.2, pp.85-93, 2014.

- W. C. Young, R. G. Budynas and A. M. Sadegh, Roark's Formula for Stress and Strain, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2012.