

# Analisa Pengaruh Sudut Kampuh Las Terhadap Defleksi Pada Baja ST 44

Sampe Jony<sup>1</sup>, Musa B. Palungan<sup>2</sup>, Karel Tikupadang<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya Makassar, 90243  
Email korespondensi: [kareltikukip2000@gmail.com](mailto:kareltikukip2000@gmail.com)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut kampuh las terhadap defleksi pada baja ST 44. Metode penelitian ini adalah baja ST 44 dengan kampuh V 60°, V 70°, V 80°, dan V 90° yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian meliputi pengujian tarik dan pengujian defleksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kampuh V berpengaruh terhadap elastisitas baja ST 44 dimana sudut paling optimal dalam menjaga ketangguhan baja ST 44 yaitu V 70° dengan nilai modulus elastisitas 120.000 N/mm<sup>2</sup> mendekati nilai spesimen normal yaitu 128.000 N/mm<sup>2</sup>. Selain itu, variasi sudut kampuh V juga berpengaruh terhadap defleksi baja ST 44, sudut yang optimal dalam menjaga defleksi baja ST 44 yaitu kampuh V 70° dengan nilai defleksi 1,92 mm, mendekati nilai spesimen normal yaitu 1,8 mm.

**Kata kunci:** Variasi Sudut Kampuh V, Defleksi, Baja ST 44

## 1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu metode penting dalam proses penyambungan material logam, dan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) adalah salah satu teknik pengelasan yang paling umum digunakan. Metode ini memanfaatkan busur listrik untuk mencairkan elektroda dan logam dasar, sehingga memungkinkan terbentuknya sambungan yang kuat. Dalam konteks industri, kualitas sambungan las sangat bergantung pada berbagai parameter proses, seperti kuat arus dan sudut kampuh yang digunakan. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai parameter-parameter ini terhadap karakteristik hasil las sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk akhir (Helanianto dkk., 2020)

Sudut kampuh las memainkan peranan penting dalam menentukan kualitas sambungan las. Sudut kampuh yang tepat dapat meningkatkan penetrasi las dan mengurangi resiko cacat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sudut kampuh V 60° dan V 80° memberikan hasil terbaik dalam hal kekuatan impact dan kekerasan pada spesimen baja karbon rendah (Tambing dkk., 2024), (Aziz, 2020). Dengan memahami hubungan antara sudut kampuh dan karakteristik mekanik hasil las, para insinyur dapat merancang sambungan yang lebih efisien dan tahan lama.

Pada material baja ST 44 yang banyak digunakan dalam struktur konstruksi dan permesinan, defleksi akibat proses pengelasan dapat menjadi masalah serius. Defleksi yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan bentuk dan mengurangi akurasi dimensi produk. Hal ini dapat memengaruhi kinerja serta keamanan struktur yang dibuat. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut

mengenai pengaruh sudut kampuh las terhadap defleksi pada baja ST 44 agar dapat menentukan konfigurasi kampuh yang optimal untuk meminimalkan deformasi.

Berdasarkan uraian diatas, penulis akan melakukan penelitian untuk menyelidiki pengaruh sudut kampuh las terhadap defleksi suatu logam. Oleh karena itu, penulis membuat penelitian yang berjudul Analisa Pengaruh Sudut Kampuh Las Terhadap Defleksi Pada Baja ST 44.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Pengelasan

Pengelasan (*welding*) merupakan metode penyambungan logam yang dilakukan dengan melelehkan sebagian logam dasar, baik menggunakan tekanan maupun tanpa tekanan, serta dapat menggunakan logam pengisi atau tidak, sehingga terbentuk sambungan yang bersifat menyatu secara terus-menerus. (Sinica, 2019).

Jenis-jenis pengelasan berdasarkan proses penyambungannya dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *thermal welding*, *energy welding*, dan *electric arc welding* (Supriyanto dkk., 2023). Proses pengelasan dengan metode *electric arc welding* terbagi menjadi dua kategori berdasarkan jenis elektroda yang digunakan, yaitu elektroda habis pakai (*consumable*) dan tidak habis pakai (*non-consumable*). Elektroda habis pakai (*consumable electrode*) adalah jenis elektroda yang ikut meleleh dan habis selama proses pengelasan, serta sekaligus berperan sebagai logam pengisi dalam sambungan las. Sementara itu, elektroda tidak habis pakai (*non-consumable electrode*) merupakan proses pengelasan di mana elektroda tidak meleleh atau terbakar selama proses berlangsung, dan logam pengisi digunakan secara terpisah serta dicairkan bersamaan dengan logam

induk selama proses penyambungan. Berbagai jenis pengelasan yang termasuk dalam kategori elektroda habis pakai (*consumable electrode*) antara lain yaitu *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *Gas Metal Arc Welding* (GMAW/MIG), *Submerged Arc Welding* (SAW), dan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW). Sementara itu, salah satu contoh metode pengelasan yang menggunakan elektroda tidak habis pakai (*non-consumable electrode*) adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW/TIG).

### B. *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

*Shielded metal arc welding* atau las busur listrik merupakan metode pengelasan yang memanfaatkan nyala busur sebagai pencair logam. Metode pengelasan SMAW termasuk jenis pengelasan manual yang dilakukan secara langsung dengan tangan, dan dikenal cukup mudah untuk diterapkan. Selain itu, teknik ini dapat digunakan untuk menyambung berbagai jenis material logam, baik yang berdimensi tipis maupun tebal.

Metode pengelasan SMAW sering dipilih karena tekniknya yang sederhana serta biaya operasionalnya yang terjangkau. (Aziz, 2020).

### C. Arus Pengelasan

Arus pengelasan merupakan salah satu parameter penting yang secara langsung memengaruhi proses pelelehan logam induk serta kedalaman penetrasi las. Semakin besar arus yang digunakan, maka semakin dalam pula penetrasi yang dihasilkan. Setiap jenis elektroda memiliki rekomendasi arus yang berbeda, tergantung pada ukuran diameternya.

### D. Kampuh Las

Kampuh las merupakan salah satu parameter dari pengelasan yang sangat penting untuk menentukan kualitas sambungan las. Kampuh adalah bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh deposit las atau logam las (*weld metal*). Jenis-jenis kampuh dapat dilihat pada gambar 1

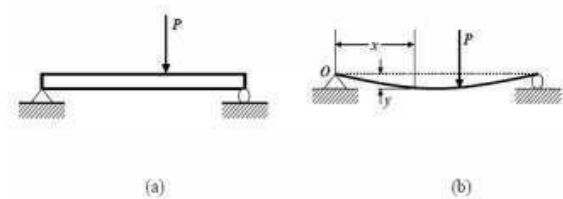
Kampuh V tunggal umum diaplikasikan dalam proses penyambungan pelat yang memiliki ketebalan besar. Ketebalan dari lapisan las yang dibentuk disesuaikan dengan tebal pelat yang akan disambung. Jenis kampuh V terbuka biasanya digunakan untuk pelat dengan ketebalan antara 8 hingga 15 mm, dengan sudut kampuh yang disarankan berkisar antara 60° hingga 90°, celah sambungan (gap) sekitar 2 mm, serta ketinggian akar las antara 1 hingga 2 mm. (Famoesa et al., 2020).

Jenis Lasan Jenis Alur	Lasan Dengan Alur		
	Lasan Penetrasi Penuh Tanpa Pelat Penahan	Lasan Penetrasi Penuh Dengan Pelat Penahan	Lasan Penetrasi Sebagian
Persegi (I)			
V Tunggal (V)			
Tirus Tunggal (V)			
U Tunggal (U)			
V Ganda (X)			
Tirus Ganda (K)			
U Ganda (H) (DU)			
J Tunggal (J)			
J Ganda (J)			

Gambar 1. Alur sambungan las

### E. Lendutan (Defleksi)

Perubahan bentuk batang dalam arah y yang disebabkan oleh beban vertikal pada batang disebut defleksi. Deformasi pada balok secara umum sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok.



Gambar 2. (a) Balok sebelum terjadi defleksi, (b) Balok setelah terjadi defleksi (Dayera dkk., 2022)

### F. Pengujian Tarik

Uji Tarik merupakan salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanik suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan gaya tarik secara kontinu pada spesimen, sehingga panjang bahan bertambah secara bertahap hingga akhirnya patah (Salindeho dkk., 2018)

Berdasarkan data hasil pengujian tarik, yang meliputi gaya tarik dan pertambahan panjang spesimen, maka analisis dapat dilakukan untuk menentukan nilai modulus elastisitas menggunakan persamaan yaitu:

- a. Luas penampang awal

$$A_0 = W_0 \cdot t_0 \text{ (mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$W_0$  = Lebar spesimen (mm)

$t_0$  = Tebal spesimen (mm)

- b. Pertambahan Panjang setelah patah

$$\Delta L = L_b - L_0 \text{ (mm)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

$L_b$  = Panjang setelah diuji (mm)

$L_0$  = Panjang sebelum diuji (mm)

c. Tegangan tarik yielding

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0} \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$F_y$  = Beban pada saat yielding (kgf)

$A_0$  = Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>)

d. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_y}{L_0} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

$\Delta L_y$  = Pertambahan panjang saat yielding (mm)

$L_0$  = Panjang sebelum diuji (mm)

e. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma_y}{\varepsilon} \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

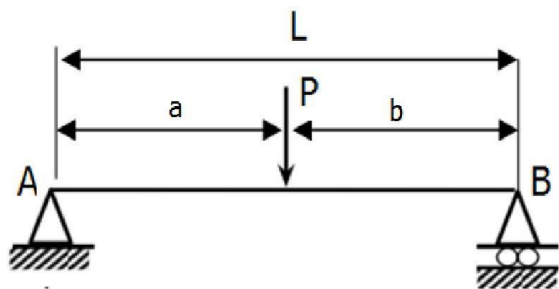
$\sigma_y$  = Tegangan tarik yielding (kgf)

$\varepsilon$  = Regangan

### G. Pengujian Defleksi

Uji defleksi adalah pengujian mekanis yang dilakukan untuk mengukur besar perubahan bentuk lendutan atau defleksi pada suatu benda atau balok ketika diberikan beban tertentu.

Dalam pengujian defleksi ini yang diukur adalah besarnya defleksi yang terjadi pada batang yang ditumpu pada tumpuan engsel dan rol.



**Gambar 3.** Tumpuan sederhana dengan beban terpusat (Selleng, 2017)

Persamaan defleksi yang digunakan jika  $a = b$  adalah:

$$y = \frac{P L^3}{48 E I} \text{ (mm)} \dots \dots \dots (6)$$

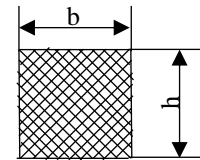
Keterangan:

$P$  = Gaya (N)

$L$  = Panjang balok (mm)

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

Momen inersia penampang dapat dihitung berdasarkan penampang balok pada gambar



**Gambar 3.** Penampang balok (Selleng, 2017)

Sehingga momen inersia ( $I$ ) adalah:

$$I = \frac{b h^3}{12} \text{ (mm}^4\text{)} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

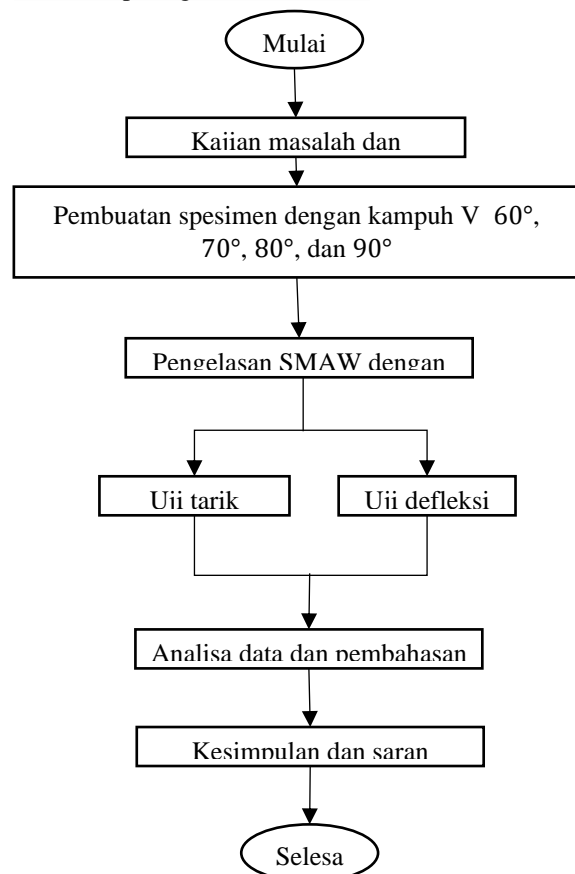
$b$  = Lebar balok (mm)

$h$  = Tebal balok (mm)

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Desember 2024 dan berakhir pada bulan Februari 2025.

Penelitian dilakukan digambarkan melalui flowchart pada gambar 4 berikut:



### 4. HASIL

#### A. Perhitungan modulus elastisitas

##### Spesimen normal

Diketahui:

$W_0 = 12,5 \text{ mm}$

$t_0 = 5 \text{ mm}$

$$\Delta L_y = 3 \text{ mm}$$

$$L_0 = 75 \text{ mm}$$

$$F_y = 32.000 \text{ N}$$

1. Luas penampang

$$A_0 = W_0 \cdot t_0$$

$$A_0 = 12,5 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm}$$

$$A_0 = 75 \text{ mm}^2$$

2. Tegangan tarik yielding

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0}$$

$$\sigma_y = \frac{32.000 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_y = 512 \text{ N/mm}^2$$

3. Regangan

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta L_y}{L_0}$$

$$\varepsilon_y = \frac{3 \text{ mm}}{75 \text{ mm}}$$

$$\varepsilon_y = 0,04$$

4. Modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y}$$

$$E = \frac{512 \text{ N/mm}^2}{0,04}$$

$$E = 128.000 \text{ N/mm}^2$$

Proses perhitungan untuk data lainnya dilakukan dengan metode serupa, sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Data elastisitas eksperimen dan teoritis.

Spesimen	Modulus Elastisitas (N/mm <sup>2</sup> )			
	Eksperimen		Teoritis	
		Rata-rata		Rata-rata
Normal	16.254	16.254	128.000	128.000
V 60°	10.513	38.751,5	90.666	101.666
	66.990		112.666	
V 70°	60.717	62.548,5	112.000	120.000
	64.380		128.000	
V 80°	2.304,7	25.672,35	99.100	113.150
	49.040		127.200	
V 90°	55.533	66.508,5	127.000	108.833
	77.484		90.666	

## B. Perhitungan defleksi

### Spesimen normal

Data yang digunakan:

$$P = 10 \text{ N}$$

$$L = 500 \text{ mm}$$

$$E = 128.000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = 450 \text{ mm}^4$$

$$y = \frac{P L^3}{48 E I}$$

$$y = \frac{10 \text{ N} \times (500 \text{ mm})^3}{48 \times 128.000 \text{ N/mm}^2 \times 450 \text{ mm}^4}$$

$$y = \frac{10 \text{ N} \times 125.000.000 \text{ mm}^3}{2.764.800.000 \text{ N/mm}^2}$$

$$y = \frac{1.250.000.000 \text{ N/mm}^3}{2.764.800.000 \text{ N/mm}^2}$$

$$y = 0,45 \text{ mm}$$

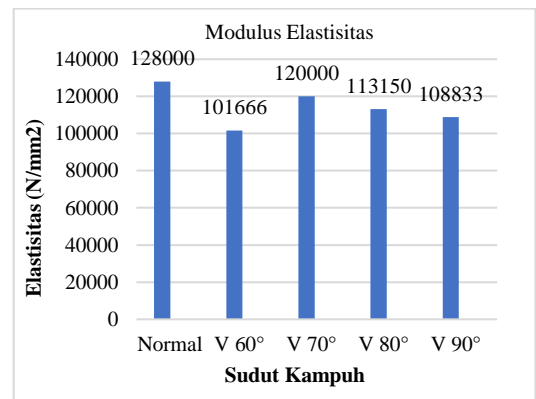
Proses perhitungan untuk data lainnya dilakukan dengan metode serupa, sebagaimana ditampilkan pada tabel.

**Tabel 2.** Data defleksi eksperimen dan teoritis

No	Beban (N)	y normal (mm)		y 60° (mm)		y 70° (mm)		y 80° (mm)		y 90° (mm)	
		Eksp	T	Eksp	T	Eksp	T	Eksp	T	Eksp	T
1	10	0,38	0,45	0,4	0,56	0,41	0,48	0,41	0,51	0,4	0,53
2	20	0,79	0,9	0,82	1,13	0,82	0,96	0,82	1,02	0,81	1,06
3	30	1,13	1,35	1,24	1,7	1,22	1,44	1,22	1,53	1,2	1,59
4	40	1,53	1,8	1,62	2,27	1,63	1,92	1,62	2,04	1,59	2,12

## C. Grafik dan pembahasan

1. Modulus elastisitas



**Gambar 5.** Grafik modulus elastisitas

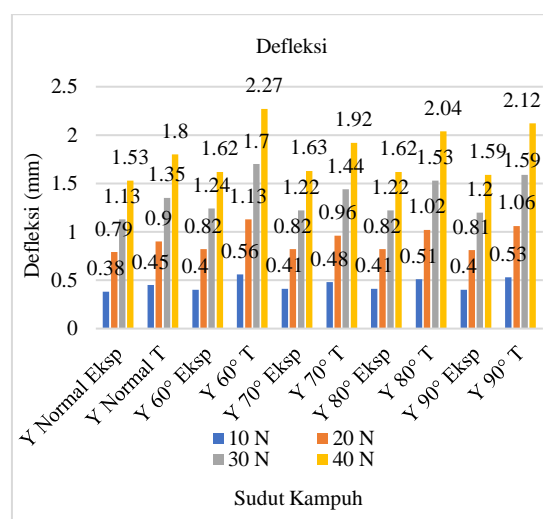
Grafik di atas menunjukkan hubungan antara sudut kampuh V terhadap modulus elastisitas pada baja ST 44 hasil perhitungan teoritis. Terlihat bahwa modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen normal yaitu sebesar 128.000 N/mm<sup>2</sup>, yang menunjukkan kekakuan maksimum material dalam kondisi asli.

Setelah dilakukan proses pengelasan dengan variasi sudut kampuh V yang sudah ditentukan, terjadi penurunan nilai modulus elastisitas. Spesimen dengan sudut kampuh 60° memiliki nilai elastisitas paling rendah, yaitu 101.666 N/mm<sup>2</sup>, menandakan bahwa sambungan dengan sudut ini menghasilkan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) yang menyebabkan penurunan kekakuan lebih besar.

Namun peningkatan nilai elastisitas terjadi pada sudut kampuh 70°, yakni mencapai 120.000 N/mm<sup>2</sup>, mendekati nilai normal. Hal ini menunjukkan bahwa pada sudut ini, struktur las kemungkinan lebih stabil dan distribusi panas lebih merata, sehingga mengurangi efek negatif terhadap kekakuan material.

Modulus elastisitas kemudian menurun kembali pada sudut 80° yaitu 113.150 N/mm<sup>2</sup> dan pada sudut 90° dengan nilai elastisitas 108.833 N/mm<sup>2</sup>. Penurunan ini menunjukkan bahwa sudut kampuh yang terlalu besar menyebabkan pelebaran area HAZ dan kemungkinan konsentrasi tegangan lebih tinggi, yang berdampak pada pengurangan sifat elastis.

## 2. Defleksi



**Gambar 6.** Grafik defleksi

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada grafik, dapat diamati bahwa nilai defleksi pada setiap spesimen meningkat seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan, baik pada hasil eksperimen maupun hasil perhitungan teoritis. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar elastisitas, dimana defleksi sebanding dengan gaya yang bekerja pada material. Secara umum, defleksi terendah terjadi pada spesimen normal, sedangkan defleksi tertinggi terdapat pada spesimen dengan sudut kampuh 60°.

Pada beban 40 N, nilai defleksi tertinggi terdapat pada spesimen 60° dengan hasil teoritis 2,27 mm, yang menunjukkan bahwa spesimen ini memiliki kekakuan paling rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh bentuk kampuh yang lebih sempit, yang menyebabkan penyebaran panas saat proses pengelasan menjadi lebih terbatas dan menimbulkan konsentrasi tegangan yang tinggi di area HAZ (*Heat Affected Zone*). Akibatnya struktur mikro di sekitar sambungan menjadi lebih lemah sehingga deformasi menjadi lebih besar saat menerima beban.

Sebaliknya, sudut kampuh 70° dan 80° menunjukkan nilai defleksi yang lebih rendah dibandingkan sudut 60°, mengindikasikan bahwa pada sudut ini kualitas sambungan relatif lebih baik dan distribusi tegangan lebih merata. Sudut kampuh 90°, meskipun memiliki bentuk terbuka, menunjukkan kecenderungan kenaikan nilai defleksi kembali. Hal ini dapat disebabkan oleh meningkatnya luas area pengelasan yang memperbesar zona termal sehingga berpotensi menurunkan kekakuan material di sekitar sambungan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi sudut kampuh V berpengaruh signifikan terhadap nilai defleksi material baja ST 44 hasil pengelasan. Sudut kampuh yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan kekakuan dan peningkatan deformasi. Oleh karena itu, pemilihan geometri kampuh yang optimal sangat penting untuk menghasilkan sambungan las yang memiliki performa mekanik yang baik.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Variasi sudut kampuh V berpengaruh terhadap nilai elastisitas baja ST 44. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen normal sebesar 128.000 N/mm<sup>2</sup>, pada sudut kampuh V 60° menunjukkan nilai terendah sebesar 101.666 N/mm<sup>2</sup>. Peningkatan modulus elastisitas terjadi pada sudut kampuh V 70°, mencapai 120.000 N/mm<sup>2</sup> mendekati kondisi normal. Pada sudut kampuh V 80° dan V 90° nilai modulus elastisitas kembali menurun menjadi 113.150 N/mm<sup>2</sup> dan 108.833 N/mm<sup>2</sup>.
2. Variasi sudut kampuh V berpengaruh terhadap defleksi baja ST 44. Nilai defleksi sebanding dengan beban yang diberikan. Pada beban tertinggi yaitu 40 N, pada spesimen normal nilai defleksinya yaitu 1,8 mm, spesimen dengan sudut kampuh V 60° menunjukkan nilai defleksi

tertinggi sebesar 2,27 mm. Sebaliknya, spesimen dengan kampuh V 70° dan V 80° memperlihatkan nilai defleksi yang lebih rendah yaitu 1,92 mm dan 2,04 mm. Pada sudut kampuh V 90°, nilai defleksi kembali meningkat menjadi 2,12 mm. Dengan demikian, kampuh V dengan sudut 70° merupakan sudut yang paling optimal dalam menjaga kekakuan sambungan Pada baja ST 44 karena menghasilkan nilai defleksi yang mendekati nilai defleksi spesimen normal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, S. A. (2020). Pengaruh Kuat Arus Dan Besar Sudut Kampuh Terhadap Kekuatan Impact Dan Nilai Kekerasan Plat Baja Karbon Rendah Dengan Menggunakan Las SMAW. *Jurnal Teknik Mesin Dan Pembelajaran*, 3(2), 53.
- Dayera, D., Palungan, M. B., & Ohello, F. (2022). Analisa Balok Kantilever Dengan Beban Tidak Terbagi Merata. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 324–332.
- Famoesa, M. A. P., S, P. I., & Pranatal, E. (2020). Pengaruh variasi sudut kampuh v pada sambungan las fcaw dari material baja ss 400. *E-Journal ITATS*, 2(1), 85–93.
- Helanianto, H., Epriyandi, E., & Rahmadi, H. (2020). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan Logam Induk Dan Logam Las. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 138-147.
- Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 2(2), 88–98.
- Selleng, K. (2017). Analisis Defleksi pada Material Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan Variasi Posisi Pembebanan. *Jurnal Mekanikal*, 8(2), 768–776.
- Sinica, A. E. (2019). *PENGARUH JENIS ELEKTRODA PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL SS400*. 19–25.
- Supriyanto, N. S. W., Widi, I. K. A., & Putra, D. R. (2023). Penggunaan Las Gesek (Friction Welding) Guna Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon ST 42 pada Pengujian Tarik dan Struktur Mikro untuk Spring Pin pada Mobil. *Jurnal Flywheel*, 14(2), 59–65.
- Tambing, E., Pagasis, T., Ranreallo, O. T., Mangallo, D., Siregar, S. P., & Agustinus, A. (2024). Analisis Pengaruh Arus Listrik dan Elektroda Terhadap Kekuatan dan Kekerasan pada Proses Pengelasan SMAW Baja Karbon Rendah. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 878-886.