



Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Double V Pada Sambungan Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) Baja St 37 Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Impact

Gilas Dwi Maylano^{1*)}, Untung Budiarto¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾

¹⁾Laboratorium Las dan Material Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : gilasdwi13@gmail.com

Abstrak

Baja ST 37 merupakan material yang banyak digunakan dalam proses manufaktur, terlebih pada pembangunan kapal. Banyaknya jenis baja menunjukkan variasi bahan yang bisa digunakan sebagai pilihan material lambung kapal salah satunya baja ST 37. Pengelasan SMAW, kampuh double v-but joint dengan variasi sudut dilakukan dalam penelitian ini. Kemudian dilakukan uji Tarik dengan standar ASTM E8, uji tekuk dengan standar ASTM E19014, uji impact dengan standar ASTM E23 sebagai metode dalam penelitian. Melalui pengujian didapatkan nilai rata rata tegangan tarik paling besar yaitu 492.35 N/mm² pada sudut 60°. Tegangan tekuk didapatkan nilai rata rata paling besar 934.80 N/mm² pada sudut 50°. Kekuatan impact didapatkan nilai rata rata paling besar yaitu 2.79 J/mm² untuk sudut 50°. Setelah dilakukan pengujian, dapat disimpulkan bahwa baja ST 37 memenuhi standar minimal yang ditetapkan oleh BKI dan bisa digunakan sebagai material lambung kapal.

Kata Kunci : Baja ST 37, las SMAW, double V-Butt Joint, uji tarik, uji tekuk, uji impact

1. PENDAHULUAN

Teknologi tentang pengelasan merupakan cara penting yang sulit dipisahkan dalam kaitannya dalam teknologi manufaktur. Secara umum, las bisa diartikan sebagai suatu penghubung bahan yang dilakukan pada sambungan logam ataupun campuran logam yang dilakukan saat logam mencair. Hasil optimal bisa didapatkan dengan memperhatikan secara baik dan terperinci tahapan pengelasan pada proses penyambungan logam mulai dari tahapan perencanaan sampai tahapan eksekusi. Tahapan perencanaan dimulai dari pemilihan jenis pengelasan sampai pada tahapan pemilihan sudut dan jenis kampuh yang nanti akan digunakan [1].

Baja ini sering digunakan dalam konstruksi karena memiliki kelebihan antara lain keuletan yang baik pada suhu yang relative rendah dan resistansi yang tinggi terhadap lingkungan yang korosif [3].

Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) merupakan proses pengelasan yang terdapat panas yang dihasilkan oleh busur las yang terbentuk dari elektroda kawat (*Wire Electrode*) dengan benda kerja. Selama proses jenis pengelasan ini berlangsung, elektroda yang meleleh akan menjadi deposit logam las dan membentuk butiran las (*weld beads*). Untuk menentukan sifat patahan suatu logam, kelenturan dan kegetasannya dapat dilakukan dengan media pengujian tekuk, tarik, dan impact. Uji tekuk adalah salah satu uji mekanik untuk mendapatkan kekuatan bahan terhadap gaya tekan. Uji Tarik adalah uji yang digunakan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya Tarik [4]. Uji impact merupakan uji mekanik guna mendapatkan kekuatan bahan gaya impact.

Penelitian yang membahas tentang analisa kekerasan material baja ST 37 akibat pengaruh pengelasan Oxy Acetylene dimana terjadi peningkatan kekerasan material tetapi pada daerah sambungan las (*kampuh las*) sekitar 5,3% [5].

Kemudian Qomarul Hadi menganalisa tentang pengaruh perlakuan panas pada baja ST 37 terhadap distorsi, kekerasan dan perubahan struktur mikro. Dimana didapatkan adanya peningkatan kekerasan spesimen dari rata-rata 45 HRA menjadi 72-78 HRA dan dari pengamatan struktur mikro memperlihatkan adanya fase martensit [6]. Selanjutnya Yassir menganalisa tentang kekuatan Tarik dari baja ST 37 pasca pengelasan dengan variasi dengan 3 media pendingin menggunakan SMAW, dimana pendingin dengan media oli bekas memiliki kekuatan tarik paling besar [7].

Kemudian penelitian selanjutnya tentang pengaruh tempering pada baja ST 37 yang mengalami karburasi dengan bahan padat terhadap sifat mekanis dan struktur mikro, dimana didapatkan bahwa peningkatan mekanisme dipengaruhi oleh kadar karbon dalam baja. Selanjutnya pada penelitian lainnya tentang kekuatan tarik dan kekerasan sambungan las baja ST 37 dengan menggunakan variasi elektroda didapatkan bahwa elektroda E6013 memiliki kekuatan tarik paling besar dan elektroda E7016 memiliki nilai kekerasan vickers paling besar [8]. Analisis yang serupa dilakukan oleh Arief dimana kekuatan sambungan las SMAW dipengaruhi oleh sudut saat melakukan pengelasan, jenis elektroda yang digunakan, dan penggunaan arus [9].

Pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh berbagai variasi sudut kampuh Double V pada sambungan las SMAW (Shield Metal Arc Welding) Baja ST 37, dimana setiap variasi sambungan las baja ST 37 akan diuji kekuatan tarik, tekuk, dan impact.

2. METODE

2.1 Pengumpulan data

Dalam penelitian ini, perlu adanya kerangka dasar yang digunakan sebagai dasar dan arahan untuk menganalisa studi kasus tersebut, dan materi penelitian yang dimaksud meliputi data-data yang bersifat primer yaitu material yang digunakan dan sekunder yaitu data pendukung yang akan diproses dalam penelitian ini serta adanya teori dan referensi yang terkait.

Pengumpulan data diperoleh dari referensi buku, jurnal, artikel, internet sehingga dapat mempelajari karakteristik material, elektroda pengelasan dan kampuh pengelasan. Objek yang akan diteliti adalah baja ST 37 yang dilas menggunakan las SMAW dengan kampuh *double v*. Baja ST 37 merupakan jenis baja dengan kandungan karbon rendah (low carbon steel) yaitu kurang dari 0.30% sehingga memiliki sifat lunak

dan juga memiliki kekuatan yang lemah dibandingkan dengan baja karbon menengah dan baja karbon tinggi, akan tetapi baja karbon rendah memiliki sifat ulet dan Tangguh yang sangat baik. Jenis baja ST 37 merupakan standar penamaan DIN yang berarti baja dengan kekuatan tarik 37 kg/mm².



Gambar 1. Baja ST 37

Tabel 1. Kandungan baja ST 37

No	Element	Value
1	Carbon (C)	0.20%
2	Silikon (Si)	0.15 – 0.35%
3	Mangan (Mn)	0.35 – 0.75%
4	Fosfor (P)	0.050 %
5	Sulfur (S)	0.050%
6	Nitrogen (N)	0.011%

Pada tabel 1 merupakan kandungan unsur dari baja ST 37. Pada table 2 menunjukkan properti material dari baja ST 37

Tabel 2. Properti material baja ST 37

No	Element	Value
1	Tensile Strength (σ_t)	360 – 460 MPa
2	Yield Strength (σ_y)	235 MPa
3	Elongation (ϵ) at break	25%

Elektroda E 6013 adalah elektroda umum yang biasanya dipilih karena mempunyai kekuatan yang baik. Elektroda dengan jenis ini cocok digunakan pada sambungan baja.

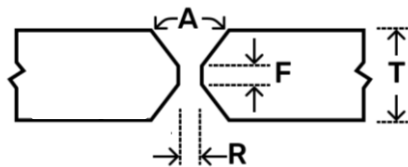


Gambar 2. Elektroda E 6013

Tabel 3. Properti elektroda E 6013

No	Element	Value
1	Carbon (C)	16,21%
2	Silikon (Si)	1,18%
3	Oksigen (O)	22,06%
4	Besi (Fe)	60,55%

Kampuh las adalah bagian dari logam induk yang akan diisi oleh logam las. Kampuh las awalnya adalah bagian kubungan las yang nantinya diisi dengan logam las. Penelitian ini akan menggunakan kampuh *double v* yang bisa dilihat pada ilustrasi Gambar 3 dengan nilai A merupakan sudut kampuh, nilai T 10 mm, nilai F 2 mm, dan R 2mm.



Gambar 3. Kampuh Double V

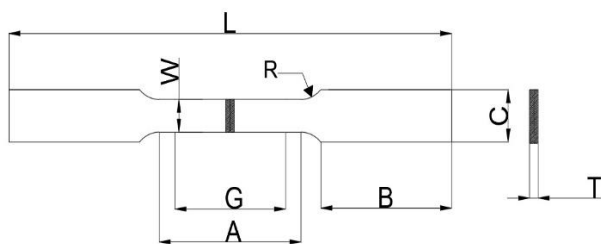
2.2 Pengelasan Spesimen

Spesimen baja ST 37 yang awalnya berupa pelat besar akan dipotong menjadi dua dan dibentuk sudut bevel *double v butt joint*. Setelah itu, baja ST 37 akan dilas SMAW dengan elektroda E 6013 berdiameter 3,2 mm. Posisi pengelasan adalah 1G. *Downhand* adalah pengelasan paling mudah dan menghasilkan kualitas lebih baik. Posisi tersebut tidak selalu digunakan karena faktor letak pekerjaan seperti pengerjaan pengelasan di industri perkapalan.

Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda. Mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi panas yaitu mesin las AC/DC.

2.3 Pembuatan Spesimen Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan regangan dari material hasil pengelasan. Metode yang digunakan adalah benda uji dijepit pada mesin pengujian dengan pembebanan perlahan-lahan meningkat sampai suatu beban tertentu hingga benda uji patah. Pengujian tarik ini akan menggunakan spesimen dengan standar ASTM E8. Pembentukan spesimen uji tarik menggunakan mesin bentuk. Ukuran spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 4.



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik

Tabel 4. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Keterangan	Panjang
G	50 mm
A	57 mm
W	12,5 mm
T	10 mm
R	12,5 mm
L	200 mm
C	20 mm
B	50 mm

2.4 Pembuatan Spesimen Tekuk

Uji tekuk adalah bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual dan mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan dengan ukuran spesimen yang berstandar ASTM E19014 yang bisa dilihat pada gambar 5 dan tabel 5.



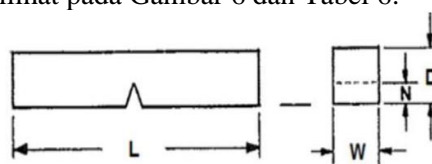
Gambar 5. Spesimen uji tekuk (ASTM E19014)

Tabel 5. Dimensi spesimen uji tekuk

Dimensi	Nilai
Overall Length (L)	152 mm
Width (W)	38 mm
Thickness (T)	10 mm

2.5 Pembuatan Spesimen Impak

Ukuran sepsimen uji impact 55 mm x 10 mm x 10 mm dengan standar ASTM E23. Pengujian impact digunakan untuk mendapatkan sifat fisis liat atau getas pada benda uji sebelum dan sesudah dilakukannya perlakuan. Uji ini membutuhkan tenaga untuk mematahkan benda uji dengan sekali pukul. Alat pukul yang digunakan merupakan sebuah palu dengan berat tertentu yang dijatuhkan dengan cara dilepaskan dari sudut 150° (α) dan sisi pisau pada palu mengenai benda uji berbentuk persegi Panjang dengan sudut takikan 45° , karena pukulan tersebut benda uji akan patah, kemudian palu akan berayun kembali membentuk sudut (β) hasil dari keliatan benda uji. Ukuran dan visualisasi bisa dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 6.



Gambar 6. Spesimen Uji Impact

Tabel 6. Dimensi spesimen uji impact

Keterangan	Panjang
Overall Length (L)	55 mm
Width (W)	10 mm
Thickness (D)	10 mm
Notch Thickness (N)	2 mm
Notched Charpy	45°

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Heat Input

Hasil pengelasan pada penelitian ini mendapatkan nilai *heat input* yang dapat dihitung dari *equation* (1) dengan hasil 10800 J/cm pada *equation* (3).

$$HI = \frac{60 \times v \times I}{C} \quad (1)$$

$$HI = \frac{60 \times 27 \times 80}{12} \quad (2)$$

$$HI = 10800 \text{ J/cm} \quad (3)$$

3.1 Uji Tarik

Hasil pengujian tarik dari 4 spesimen didapatkan nilai rata-rata kuat tarik pengelasan baja ST 37 dengan pengelasan SMAW dan kampuh *double v-butt joint* dengan variasi sudut 50° -70° ditunjukkan pada tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Tegangan Uji Tarik

Spesimen	σ Maks (N/mm ²)	Standar Deviasi	σ_y (N/mm ²)
Raw material	345,83	347,67 – 451,13	345.83
	364,35		364.35
	442,60		442.60
	444,82		444.82
Sudut 50°	349,57	334,65 – 407,28	349.57
	356,75		356.75
	352,28		352.28
	425,26		425.26
Sudut 60°	376,23	354,15 – 381,87	376.23
	350,67		350.67
	381,69		381.69
	363,44		363.44
Sudut 70°	378,94	343,10 – 394,39	378.94
	392,96		392.96
	338,80		338.80
	357,16		357.16

Dari data Tabel 7 didapatkan angka tegangan maksimal dan tegangan yield dari pengujian empat spesimen. Data dari hasil pengujian spesimen juga bisa didapatkan angka regangan yang terjadi pada spesimen. Dari data tersebut dapat dihitung angka standar deviasi tegangan tarik untuk *raw material*, sudut 50°, sudut 60°, dan sudut 70° adalah. Dari

standar deviasi tersebut didapatkan data hasil pengujian yang masuk dalam kriteria standar deviasi yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai rata-rata pengujian. Data tegangan maksimal yang tidak memenuhi kriteria standar deviasi ditandai dengan warna merah yang kemudian dieliminasi ketika digunakan menghitung rata-rata tegangan. Data yang tidak masuk standar deviasi dikarenakan cacat las.

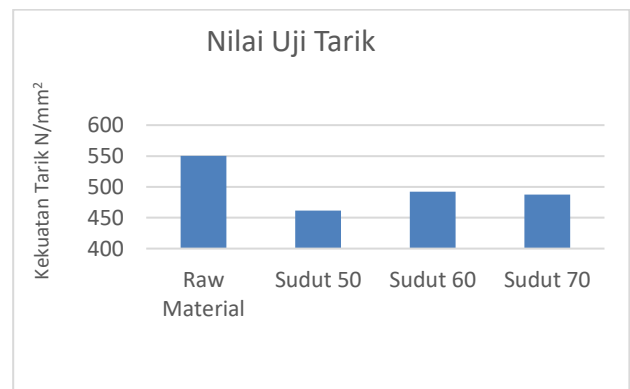
Tabel 8. Regangan dan Modulus Uji Tarik

Spesimen	Regangan (%)	E (GPa)
Raw material	0.16	3.06
	0.17	3.01
	0.18	3.23
	0.18	3.19
Sudut 50°	0.15	3.36
	0.10	4.81
	0.08	5.88
	0.14	3.99
Sudut 60°	0.13	3.88
	0.12	4.07
	0.12	4.34
	0.11	4.45
Sudut 70°	0.13	4.01
	0.13	4.14
	0.13	3.87
	0.13	3.82

Tabel 8 dan gambar 7 menunjukkan nilai rata-rata dari hasil pengujian dari Tabel 7. Nilai rata-rata yang dihitung adalah tegangan maksimal dari data yang masuk dalam kriteria standar deviasi, regangan, dan modulus elastisitas.

Tabel 8. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Tarik

Spesimen	σ Rata-Rata (N/mm ²)	Regangan Rata-Rata (%)	E Rata-Rata (GPa)
Raw material	339.40	0.17	2.32
Sudut 50	370.97	0.11	3.47
Sudut 60	468.00	0.12	3.10
Sudut 70	466.96	0.13	2.90



Gambar 7. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Tarik

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik pada sudut 50 turun 16% dari raw material, sudut 60 turun 10% dari raw material, dan sudut 70 turun 11% dari raw material. Dari keseluruhan data tersebut didapatkan bahwa nilai tegangan tariknya memenuhi kriteria BKI dengan minimal 400-560 N/mm² [10].

3.2 Uji Tekuk

Hasil pengujian tekuk dari 4 spesimen didapatkan nilai rata-rata kuat tekuk pengelasan baja ST 37 dengan pengelasan SMAW dan kampuh *double v-butt joint* dengan variasi sudut 50° -70° ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Tekuk

Spesimen	σMaks (N/mm ²)	Standar Deviasi	Regangan (%)	E (GPa)
Raw material	854,40		0.561	4.40
	854,40	843,02 -	0.561	4.40
	850,50	856,63	0.613	4.01
	840,00		0.551	4.41
Sudut 50°	961,20		0.519	5.34
	833,70	854,47 -	0.571	2.90
	935,40	964,58	0.613	4.41
	907,80		0.634	4.14
Sudut 60°	912,30		0.571	4.61
	905,40	860,72 -	0.530	4.94
	844,20	934,33	0.519	1.03
	928,20		0.509	5.27
Sudut 70°	753,60		0.571	3.10
	924,00	791,11 -	0.582	4.59
	893,40	947,24	0.561	4.60
	905,70		0.561	4.66

Dari data tabel 9 didapatkan angka tegangan tekuk dari pengujian empat spesimen. Data dari hasil pengujian spesimen juga bisa didapatkan angka defleksi yang kemudian bisa dihitung menjadi nilai regangan yang terjadi pada spesimen. Dari data tersebut dapat dihitung angka standar deviasi tegangan tekuk untuk *raw material*, sudut 50°, sudut 60°, dan sudut 70° adalah. Dari standar deviasi tersebut didapatkan data hasil pengujian yang masuk dalam kriteria standar deviasi yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai rata-rata pengujian. Data tegangan maksimal yang tidak memenuhi kriteria standar deviasi ditandai dengan warna merah yang kemudian dieliminasi ketika digunakan menghitung rata-rata tegangan. Data yang tidak masuk standar deviasi dikarenakan cacat las.

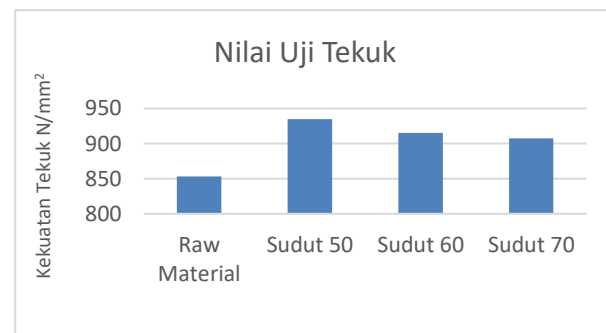
Tabel 10 dan gambar 8 menunjukkan nilai rata-rata dari hasil pengujian dari Tabel 9. Nilai

rata-rata yang dihitung adalah tegangan, regangan, dan modulus elastisitas.

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai tegangan tekuk pada sudut 50 naik 9.6% dari *raw material*, sudut 60 naik 7.3% dari *raw material*, dan sudut 70 naik 6.4% dari *raw material*. Dari keseluruhan data tersebut didapatkan bahwa nilai tegangan tariknya memenuhi kriteria BKI dengan minimal 305 N/mm² [10].

Tabel 10. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Tekuk

Spesimen	σ Rata-Rata (N/mm ²)	Regangan Rata-Rata (%)	E Rata-Rata (GPa)
Raw material	853.10	0.57	4.27
Sudut 50	934.80	0.58	4.63
Sudut 60	915.30	0.53	4.94
Sudut 70	907.70	0.57	4.62



Gambar 8. Diagram rata-rata tegangan tekuk

3.3 Uji Impak

Hasil pengujian impact dari 4 spesimen didapatkan nilai rata-rata kuat impact pengelasan baja ST 37 dengan pengelasan SMAW dan kampuh *double v-butt joint* dengan variasi sudut 50° -70° ditunjukkan pada tabel 11.

Dari data table 11 didapatkan nilai energi impact dari pengujian empat spesimen. Nilai energi impact kemudian bisa dihitung menjadi kuat impact. Dari data tersebut dapat dihitung angka standar deviasi energi impact untuk *raw material*, sudut 50°, sudut 60°, dan sudut 70° adalah. Dari standar deviasi tersebut didapatkan data hasil pengujian yang masuk dalam kriteria standar deviasi yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai rata-rata pengujian. Data energy impact yang tidak memenuhi kriteria standar deviasi ditandai dengan warna merah yang kemudian dieliminasi ketika digunakan menghitung rata-rata kuat impact. Data yang tidak masuk standar deviasi dikarenakan cacat las.

Tabel 12 dan gambar 9 menunjukkan nilai rata-rata dari hasil pengujian Tabel 11. Nilai rata-rata yang dihitung adalah nilai kuat impact.

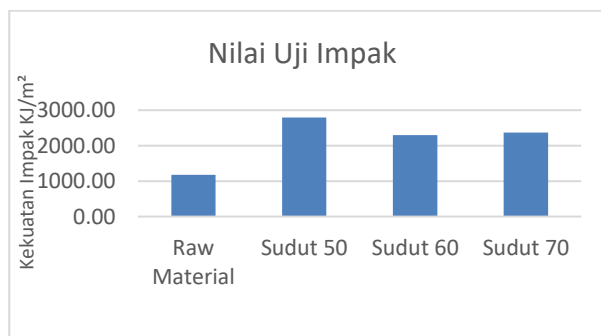
Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai kekuatan impact pada sudut 50° naik 136% dari raw material, sudut 60° naik 40% dari raw material, dan sudut 70° naik 51% dari raw material. Dari keseluruhan data tersebut didapatkan bahwa nilai tegangan tariknya memenuhi kriteria BKI dengan minimal 47 J/m² atau sama dengan 0.047 J/mm² [10].

Tabel 11. Nilai Hasil Uji Impact

Spesimen	Energi Impact (Joule)	Standar Deviasi	Kuat Impact (J/mm ²)
Raw material	100,00		1.25
	93,00	91,89 -	1.16
	98,00	99,61	1.23
	92,00		1.15
Sudut 50°	89,00		1.88
	116,00	61,46 -	3.00
	68,00	108,04	2.78
	66,00		2.60
Sudut 60°	132,00		2.38
	98,00	83.21 -	2.15
	158,00	151,43	1.95
	84,00		2.38
Sudut 70°	122,00		2.40
	73,00	72,48 -	2.31
	84,00	114,52	2.98
	95,00		2.40

Tabel 12. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Impact

Spesimen	Kuat Impact (J/mm ²)
Raw material	1.18
Sudut 50°	2.79
Sudut 60°	2.30
Sudut 70°	2.37



Gambar 9. Diagram rata-rata kuat impact

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengujian baja ST 37 dengan pengelasan SMAW dan kampuh double v-butt joint dengan variasi sudut 50°, 60° 70° didapatkan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 461.55 N/mm², 492.35 N/mm², dan 487.28 N/mm² untuk masing masing sudutnya.

Tegangan tekuk didapatkan 934.8 N/mm², 915.3 N/mm², dan 907.7 N/mm² untuk masing-masing sudut variasinya. Kekuatan impact didapatkan 2.79 J/mm², 2.3 J/mm², dan 2.37 J/mm² untuk masing-masing sudutnya.

Keseluruhan hasil pengujian baik tekuk, tarik ataupun impact jika mengacu pada standar minimal nilai tegangan tarik, tekuk, dan kekuatan impact yang ditetapkan oleh BKI yaitu minimal kekuatan tarik sebesar 400-560 N/mm², kekuatan tekuk 305 N/mm², dan kekuatan *impact* 47 J/m² (4.7 x 10⁻⁵ J/mm²).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Muhsin, Suardy, and Suryadi, "Analisis Perbandingan Kualitas Las SMAW Kampuh V dengan Uji Bending pada Baja ST 37," pp. 45–56, 2018, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/teknologi/article/view/7860/4580>.
- [2] M. Nofri and T. Acang, "Analisis Sifat Mekanika Baja SKD 61 Dengan Baja ST 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur," *Bina Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 189–199, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.upnvj.ac.id/index.php/BinaTeknika/article/view/1322>.
- [3] A. Rahim and Burmawi, "Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon ST 37 Menggunakan Metal Inert Gas," *Fak. Teknol. Ind. Univ. Bung Hatta*, vol. 16, 2020.
- [4] L. Ketaren, "Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW (Gas Metal ARC Welding) Pada Aluminium 6061," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, pp. 345–354, 2019.
- [5] Yassir Maulana, "Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw," *J. Tek. Mesin UNISKA*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [6] A. Ardiyanto, "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh dan Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik Alumunium 6061 pada Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig).," *J. Tek. Mesin Teknik Mesin*, 2017.
- [7] "Weld Joint Preparation (ISO 9692) Edge Preparation - Need," no. Iso 9692.

- [8] F. Budhi and T. Hamzah, "Ndt Examination Hasil Pengelasan Smaw Dengan Variasi Merek Elektroda E6013," *jurnal konvers energi dan Manuf. UNJ*, pp. 136–143, 2014.
- [9] A. Sam and C. Nugraha, "Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja Sm 490 Dengan Metode Pengelasan Smaw Dan Saw," *J. Mek. Januari*, vol. 6, no. 2015, pp. 550–555, 2015.
- [10] BKI, *Rules for Welding*, vol. VI. 2019.