

ANALISA HASIL SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA ST 37 DENGAN VARIASI ARUS DAN JARAK KAMPUH LAS TERHADAP PENGUJIAN BENDING DAN MAGNETIC TEST (MT)

Busthonul Fatih, Arif Kurniawan

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email : bustonulfatih.2016@gmail.com

ABSTRACT

Pengelasan SMAW (Shielded metal arc welding) pada pengelasan ini, logam induk mengalami pencairan dampak pemanasan berasal busur listrik yang muncul antara ujung elektroda. Baja ST 37 merupakan baja karbon rendah bukan tergolong baja yang keras sebab kadar karbonnya yang sedikit. Baja ini dianggap dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 Kilo Gram karbon. Baja ini bersifat bertenaga, mudah dibentuk serta bisa dilakukan pengerjaan pada keadaan panas juga pengerjaan dingin. Pemilihan variasi arus serta jarak kampuh las merupakan parameter yang relatif krusial buat membentuk kekuatan sambungan las yang tepat. Penelitian ini bertujuan buat mengetahui imbas variasi arus dan jarak kampuh pengelasan terhadap kekuatan bending, serta bertujuan buat mengetahui adanya cacat pengelasan menggunakan pengujian magnetic test. sesuai yang akan terjadi pengujian magnetic particle test didapatkan hasil saat yang diperlukan buat melakukan pengujian magnetic ialah 7 mnt 11 dtk 21 mili dtk, di pengujian ke-1 rata-rata ketika pengujian 7 mnt 36 dtk 31 mili dtk serta buat pengujian ke-2 rata – rata ketika pengujian 6 mnt 46 dtk 11 mili dtk. rata-rata dari kecepatan pengujian sebanyak 0.460 mm/s. Kecepatan pengujian ke-1 menerima hasil 0.430 mm/s serta buat kecepatan pengujian ke-2 menerima hasil 0.490 mm/s. sesuai yang akan terjadi pengujian kekuatan bending nilai tertinggi di variasi arus 107A menggunakan jarak kampuh 2mm menerima nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 248,470 Mpa, di variasi arus 91A menggunakan jarak kampuh 3mm menerima nilai rata-rata sebesar 240,271 Mpa, serta variasi arus 86A menggunakan jarak kampuh 4mm menerima nilai rata-rata yang didapat yaitu 234,686 Mpa.

Kata kunci : SMAW, Variasi Arus dan Jarak Kampuh, Baja ST 37, Pengujian Magnetic Particle Test (MT), dan Uji Bending.

PENDAHULUAN

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Wiryo Sumarto dan Okumura, 2000).

Salah satu jenis las yang sering digunakan ialah pengelasan SMAW (Shielded metal arc welding). pada pengelasan ini, logam induk mengalami pencairan dampak pemanasan dari busur listrik yang muncul antara ujung elektroda serta bagian atas benda kerja. Busur listrik yang terdapat dibandingkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat las yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks sebab itu elektroda las pula dianggap dengan kawat las. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kampuh las. dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda serta logam induk (Katsas 2005).

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW terjadi sebab adanya beda potensial (tegangan listrik) dan ada juga kendala arus listrik pada bagian atas base metal atau logam yang akan dilas terhadap ujung elektroda sebagai akibatnya

menyebabkan hubungan singkat arus listrik di bagian atas base metal tersebut yang menyebabkan percikan busur api yang sangat panas hingga mencapai 3000 derajat Celsius, sebagai akibatnya elektroda serta base metal akan mencair sebagai satu pada waktu proses pengelasan terjadi serta salutan elektroda (fluks) akan naik menuju ke bagian atas logam cair tersebut lalu akan mengeras serta melindungi logam hasil pengelasan dari pengaruh lingkungan sekitar buat menjamin kualitas hasil pengelasan tidak mengalami cacat.

B. Material Baja

Baja AISI 1037 yang dikenal dengan Baja ST 37 adalah baja karbon rendah bukan tergolong Baja dengan kadar karbon yang rendah adalah baja yang keras. Baja ringan, juga dikenal sebagai baja perkakas, adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Setiap ton baja karbon rendah mengandung antara 10 dan 30 kilogram karbon. Baja karbon rendah kuat dan mudah dibentuk, dan dapat diproses baik dalam panas maupun dingin. "St" adalah singkatan dari "baja". Namun, nilai 37 menunjukkan batas minimum kekuatan tarik 37 km/mm². Baja ST 37 setara dengan AISI (The American Iron & Steel Institute) dengan komposisi Kekerasan karbon 0,5%, 0,8% mangan, dan 0,3% silikon adalah ± 170 HB dengan kekuatan tarik 650- 800 N/mm².

C. Uji Magnetic Particle Test

Magnetic Particle Testing (MPT) adalah metode pengujian tak rusak (Non-Destructive) yang menggunakan medan magnet dan serbuk atau partikel magnet, juga dikenal sebagai pita besi, untuk menunjukkan atau mendeteksi adanya cacat (discontinuity/ flaw) pada permukaan atau di bawah permukaan suatu material. Proses Wet visible suspension (Metode Basah) ini adalah metode pengujian yang menggunakan air dan minyak sebagai suspensi basah. Metode wet visible biasanya lebih sensitif daripada metode kering (dry visible) karena menggunakan media bahan cair memungkinkan partikel menggunakan yang terdapat pada media terdistribusi merata pada permukaan benda uji, sehingga crack yang sangat kecil lebih mudah dijangkau dengan media cair. Oleh karena itu, metode wet visible lebih sensitif daripada metode kering (dry visible).

D. Uji Bending

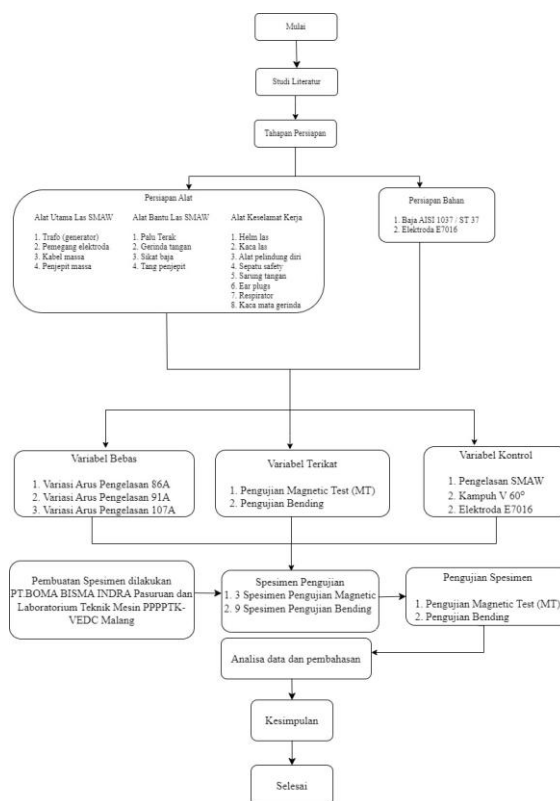
Uji bending adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan lengkung, atau bending, suatu bahan atau material. Alat ini biasanya terdiri dari beberapa bagian utama, seperti rangka, alat tekan, titik bending, dan alat ukur. Untuk mencegah kerusakan pada rangka selama pengujian bending, rangka harus memiliki kekuatan yang lebih besar dari alat tekan untuk menahan gaya balik yang terjadi. Saat melakukan pengujian, alat tekan memberikan gaya tekan pada benda uji. Alat tekan harus memiliki kekuatan yang lebih besar dari benda uji. Bending point menahan benda uji dan meneruskan gaya tekan yang dikeluarkan oleh alat tekan. Hasil pengujian dipengaruhi oleh panjang tumpuan point bending. Alat ukur digunakan untuk mengukur kekuatan tekan pada benda uji.

E. Metode Eksperimental

Eksperimen adalah metode penelitian ilmiah yang paling tepat dan teliti untuk melihat bagaimana satu variabel mempengaruhi variabel lain. Studi ini dapat menunjukkan hubungan antar variabel dan sebab-akibat. Dalam penelitian korelasional atau yang lain, peneliti hanya melihat kondisi saat ini dan mengukur apa yang terjadi pada variabel yang menjadi fokus penelitian. Dalam eksperimen, peneliti mengubah kondisi sehingga dapat diyakini bahwa perubahan kondisi mempengaruhi variabel yang menjadi fokus penelitian.

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari bulan Mei 2023 – Juni 2023. Pembuatan spesimen pengujian magnetic particle test dilaksanakan di PT. Boma Bisma Indra Pasuruan dan untuk pembuatan spesimen pengujian bending dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin PPPPTK-VEDC Malang. Pengujian Magnetic Particle Test dilaksanakan di PT. Boma Bisma Indra Paasuruan dan Pengujian Bending dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Logam Program Studi Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang.

HASIL DAN PENELITIAN

A. Data Hasil Pengujian Magnetic Particle Testing

1. Hasil Pengujian Magnetic Particle Testing



Gambar 2. Hasil Pengelasan Arus 86A dan Jarak Kampuh 4mm



Gambar 3. Hasil Pengelasan Arus 91A dengan Jarak Kampuh 3mm



Gambar 4. Hasil Pengelasan Arus 107A dengan Jarak Kampuh 2mm

2. Kecepatan Pengujian Particle Test

Table 1. Data Hasil Waktu Pengujian Magnetic Particle Testing

Plat No	Test Sample ID	Lama Pengujian Ke-1 (Menit)	Lama Pengujian Ke-2 (Menit)	Rata-rata Lama Pengujian (Menit)
1	MT-01	7:43:33	6:50:00	7:16:46
2	MT-02	7:35:00	6:43:33	7:09:17
3	MT-03	7:30:59	6:45:00	7:07:59
Rata-rata waktu pengujian		7:36:31	6:46:11	
Waktu Uji Magnetik				7:11:21

Table 2. Data Hasil Kecepatan Pengujian Magnetic Particle Testing Ke-1

Plat No	Test Sample	Lama Pengujian Ke-1 (Detik)	Panjang Spesimen Uji (mm)	Panjang Weld Metal (mm)	Kecepatan Pengujian Ke-1 (mm/s)
1	MT-01	446	200	200	0.448
2	MT-02	441	200	200	0.453
3	MT-03	438	200	200	0.456
Kecepatan Uji Magnetik Pertama					0.452

Table 3. Data Hasil Kecepatan Pengujian Magnetic Particle Testing Ke-2

Plat No	Test Sample	Lama Pengujian Ke-2 (Detik)	Panjang Spesimen Uji (mm)	Panjang Weld Metal (mm)	Kecepatan Pengujian Ke-1 (mm/s)
1	MT-01	390	200	200	0.512
2	MT-02	386	200	200	0.518
3	MT-03	387	200	200	0.516
Kecepatan Uji Magnetik Kedua					0.515

B. Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending

1. Data hasil perhitungan pengujian bending Three Points Bending

Table 4. Data Pengujian Three Points Bending Dengan Arus 86A

No	Variasi Arus	Teg Max (kgf)	P (N)	L (mm)	b (mm)	t (mm)	Hasil (Mpa)
1	86A	2,875	281,951	40	20	6	234,959
2		2,83	277,538	40	20	6	231,281
3		2,91	285,383	40	20	6	237,819
Rata - rata							234,686

Table 5. Data Pengujian Three Points Bending Dengan Arus 91A

No	Variasi Arus	Teg Max (kgf)	P (N)	L (mm)	b (mm)	t (mm)	Hasil (Mpa)
1	91A	2,91	285,383	40	20	6	237,819
2		2,91	285,383	40	20	6	237,819
3		3	29,421	40	20	6	245,175
Rata - rata							240,271

Table 6. Data Pengujian Three Points Bending Dengan Arus 107A

No	Variasi Arus	Teg Max (kgf)	P (N)	L (mm)	b (mm)	t (mm)	Hasil (Mpa)
1	107A	3,041	298,230	40	20	6	248,525
2		3	29,421	40	20	6	245,175
3		3,08	302,055	40	20	6	251,712
Rata - rata							248,470

Perhitungan yang dipakai menggunakan rumus sebagai berikut:

perhitungan alas penampang (A) $A = l \times t$

Perhitungan Tekanan (p) $p = \frac{F}{A}$

$$\text{perhitungan Hasil (Mpa)} \quad \sigma_f = \frac{3pl}{2bd^2}$$

C. Pembahasan Hasil Pengujian

1. Pembahasan Data Hasil Pengujian Magnetic

Data yang diperoleh dari tes yang dilakukan dengan metode pengujian partikel magnet visble basah menggunakan AC yoke menunjukkan, waktu terlama untuk pengujian magnetic test pada specimen MT-01 dengan waktu pengujian 7 menit 43 detik 33 mili detik, waktu pengujian tercepat pada specimen MT-03 dengan waktu pengujian 7 menit 30 detik 59 mili detik. Pada pengujian pertama, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian adalah 7 menit 36 detik 31 mili detik. Dalam pengujian kedua spesimen MT-01 memiliki waktu pengujian yaitu 6 menit 50 detik 00 mili detik. Plat kedua (MT-02) memiliki waktu tercepat, yaitu 6 menit 43 detik 33 mili detik. Ini disebabkan oleh fakta bahwa plat nomor satu mengalami demagnetisasi lebih lama daripada plat nomor dua. Pada pengujian kedua, waktu yang diperlukan untuk menguji magnetic yang tampak basah dengan metode yoke AC adalah 6 menit 46 detik 11 mili detik.

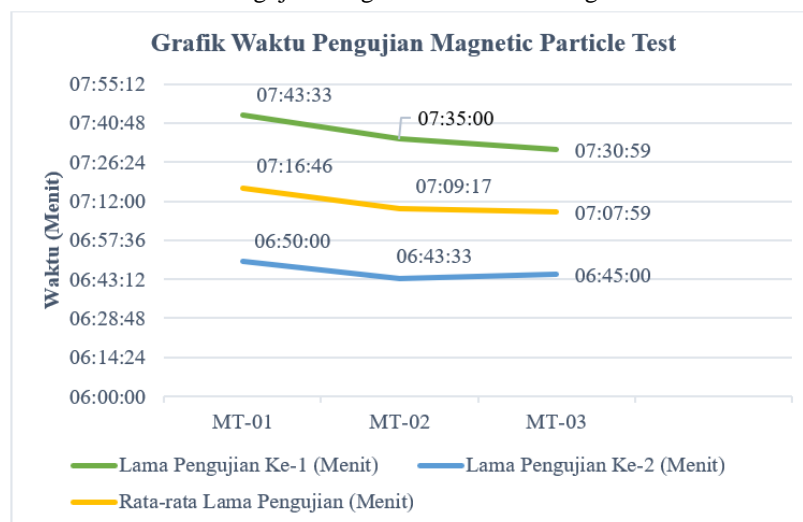
Kecepatan tes MT-1 mendapatkan rata-rata yaitu 0.452 mm/s, dan MT-2, mendapatkan rata-rata yaitu 0.515 mm/s, ditemukan dari data hasil waktu pengujian partikel magnetik (Tabel 4.2. – 4.3.). Data menunjukkan bahwa waktu dan kecepatan pengujian MT kedua dilakukan lebih cepat daripada MT pertama karena spesimen yang diuji pada pengujian MT pertama belum dibersihkan sebelum pengujian MT kedua.

2. Pembahasan Data Hasil Uji Bending

1. Sampel uji dengan 58 variasi arus 86 ampere dan jarak kampuh 4mm didapatkan hasil perhitungan untuk sampel pertama sebesar 234,959 Mpa, sampel kedua sebesar 231,281 Mpa, dan pada sampel ketiga sebesar 237,819 Mpa. Setelah itu, nilai rata-rata diperoleh sebesar 234,686 Mpa.
2. Sampel uji dengan variasi arus 91 ampere dan jarak kampuh 3mm didapatkan hasil perhitungan untuk sampel pertama sebesar 237,819 Mpa, sampel kedua sebesar 237,819 Mpa, dan pada sampel ketiga sebesar 245,175 Mpa. Setelah itu, nilai rata-rata diperoleh sebesar 240,271 Mpa.
3. Sampel uji dengan variasi arus 107 ampere dan jarak kampuh 4mm didapatkan hasil perhitungan untuk sampel pertama sebesar 248,525 Mpa, sampel kedua sebesar 245,175 Mpa, dan pada sampel ketiga sebesar 251,712 Mpa. Setelah itu, nilai rata-rata diperoleh sebesar 248,470 Mpa.

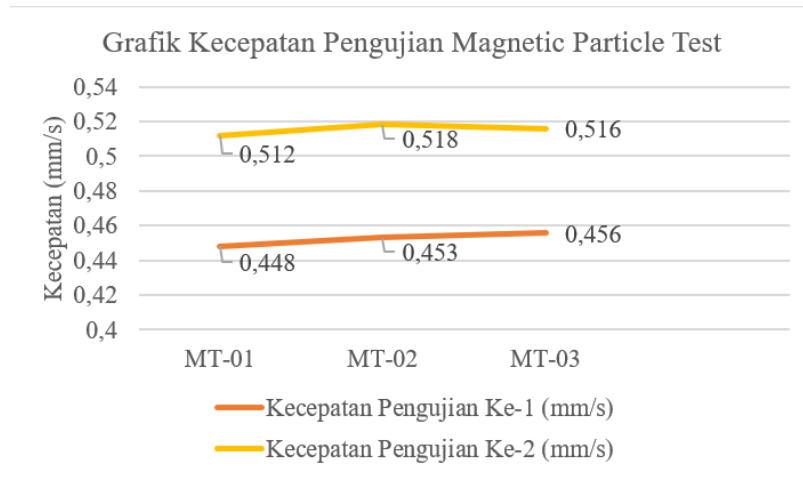
D. Pembahasan Hasil Analisa Data

1. Pembahasan Hasil Analisa Data Pengujian Magnetic Particle Testing



Gambar 5. Grafik Waktu Pengujian Magnetic Test

Gambar 5 menunjukkan hasil waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pengujian magnetic particle testing. Lama pengujian ke-1 di tunjukkan pada garis diagram yang berwarna hijau, untuk lama pengujian ke-2 di tunjukkan pada garis diagram yang berwarna biru dan garis berwarna orange menunjukkan rata-rata dari pengujian magnetic particle testing dari pengujian yang pertama dan kedua.



Gambar 6. Grafik Kecepatan Pengujian Magnetic Test

Gambar 6 menunjukkan hasil dari kecepatan pengujian magnetic particle testing yang diperlukan untuk hasil kecepatan yang pertama di tunjukkan pada garis diagram yang berwarna merah dengan hasil pengujian MT-01 mendapatkan hasil 0,448 mm/s, MT-02 mendapatkan hasil 0,453 mm/s, dan MT-03 mendapatkan hasil 0,456 mm/s. Untuk kecepatan pengujian yang kedua di tunjukkan pada garis diagram berwarna orange dengan hasil pengujian MT-01 mendapatkan hasil 0,512 mm/s, MT-02 mendapatkan hasil 0,518 mm/s, dan MT-03 mendapatkan hasil 0,516 mm/s.

Table 7. Data Hasil Pengujian Magnetic Test

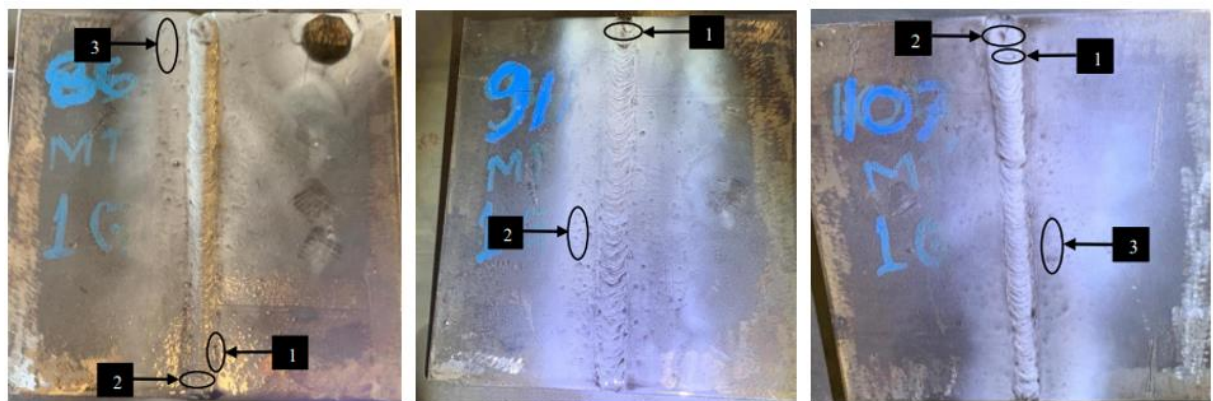
Waktu Pengujian Ke-1 (Menit)	Waktu Pengujian Ke-2 (Menit)	Rata-rata Waktu Pengujian MT (Menit)
7:36:31	6:46:11	7:11:21

Table 8. Data Hasil Dari Pengujian Kecepatan Magnetic Test

Kecepatan Pengujian Ke-1 (mm/s)	Kecepatan Pengujian Ke-2 (mm/s)	Rata-rata Kecepatan Pengujian MT (mm/s)
0.452	0.515	0.483

Dengan demikian waktu yang dialokasikan untuk pengujian partikel magnet dengan metode AC yoke Ada kemungkinan bahwa waktu yang diperlukan untuk pengujian partikel magnet menggunakan metode basah adalah 7 menit 11 detik 21 mili detik, dan kecepatan yang digunakan untuk menguji partikel magnet adalah 0.483 mm/s.

2. Ketelitian Pengujian Magnetic Particle Testing



Gambar 7. Gambar Hasil Pengecekan Cacat Pengelasan Proses Magnetic Test

Table 9. Hasil Pengecekan Proses Magnetic Test

Ampere	Jenis Cacat			
	Porosity	Crack	Spatter	Slag Inclusion
86A	√	√	√	
91A	√		√	
107A		√	√	√

Menunjukkan data dari pengujian partikel magnetic wet visible suspension dengan AC yoke, yang menunjukkan bahwa hasil pembacaan indikasi crack dan cacat yang terjadi sangat baik. Oleh karena itu, Ada kesimpulan bahwa pengujian partikel magnetic wet visible suspension dengan AC yoke memiliki ketelitian yang sangat baik dan tidak ada indikasi tambahan.

3. Pembahasan Hasil Analisa Data Uji Bending



Gambar 8. Grafik Hubungan Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Bending

Menunjukkan hubungan arus yang kuat pengelasan telah dilakukan pengujian bending memberi informasi Kekuatan bending berkorelasi positif dengan arus pengelasan. Hal ini dikarenakan, Arus yang digunakan menghasilkan percikan busur api yang sangat kuat, dan proses melebur elektroda menjadi lebih ringan dan konstan. Ini memungkinkan elektroda dan material melebur dengan sempurna.

KESIMPULAN

1. Pengujian partikel magnet menghitung Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian partikel magnet menggunakan metode basah adalah 7 menit 11 detik 21 mili detik, dan dengan kecepatan pemeriksaan partikel magnetic sebesar 0.460 mm/s.
2. Berdasarkan hasil uji NDT didapatkan tingginya tingkat ketelitian untuk mendeteksi kerusakan permukaan.
3. Uji kekuatan bending tertinggi pada arus 107A, yang menghasilkan nilai rata-rata sebesar 248,470 Mpa.

SARAN

1. Menggunakan proses pengujian ECT (Eddy Current Testing) untuk mengidentifikasi cacat yang tidak terlihat secara visual.
2. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, lakukan setiap spesimen dengan hati-hati.
3. Untuk mencapai hasil yang optimal, penelitian harus dilakukan dengan menggunakan berbagai sistem pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amzamsyah, R., Kosjoko, K., & Umar, M. L. (2021). Pengaruh Variasi Kampuh dan Kuat Arus Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Bending pada Baja ASTM A36. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 5(2), 20-24.

- [2] Achmadi, (2020) Cara Mengatur Ampere Mesin Las Listrik dan Tipsnya. (2020, August 4). Pengelasan.net. <https://www.pengelasan.net/cara-mengatur-ampere-mesin-las/>.
- [3] Achmad, (2022). Cacat Pengelasan, Penyebab dan cara mengatasinya. <https://www.pengelasan.net/cacat-las/>
- [4] Asiri, M. H. (2021). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V, X, I pada Pengelasan SMAW terhadap Baja Karbon Medium. *Journal of Technology Process*, 1(2), 22-32.
- [5] Effrianti, G., Syofii, I., & Setiyo, E. (2021). Pengaruh Variasi Arus Listrik Dan Jenis Kampuh Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Uji Bending Sambungan Baja ST 37 (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- [6] Firdaus, F., & Bukhari, B. (2020). Analisa cacat pengelasan SMAW pada material ST 45 menggunakan uji partikel magnetik dan ultrasonic test. *Journal of Welding Technology*, 2(1).
- [7] Firmansyah, (2020). Bending Test : Pengertian, Jenis, Prosedur dan Acceptance. <https://www.detech.co.id/bending-test/>
- [8] Hariyadi, Y. (2018). Analisis Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Jalur Las.
- [9] Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1).
- [10] Pranatal, E. (2022). ANALISA CACAT PENGELASAN SMAW PADA POSISI 2G PADA BAJA MATERIAL A36 DENGAN VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMATAN)*, 1(1).
- [11] Putri, F. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Nilai Kekerasan Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013 Metode Anava. *AUSTENIT*, 4(01).
- [12] Raharjo, H. S., & JP, R. (2012). Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las Shielding Metal Arc Ewlding (SMAW).
- [13] Setiawan, D., & Imran, I. (2019). Analisa Cacat Las pada Pengelasan Smaw Butt Joint dengan Variasi Arus. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 53-62.
- [14] Suprijanto, D. (2013). Pengaruh bentuk kampuh terhadap kekuatan bending las sudut Smaw posisi mendatar pada baja karbon rendah. *ReTII*.
- [15] Wardhana, K. S., & Yunus, Y. (2021). PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH DAN POSISI PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL BAJA SS-540 DENGAN PROSES LAS MIG. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(01), 129-134.
- [16] Yusup, (2020) Posisi Pengelasan Berdasarkan ASME dan ISO - SLV.. SLV. <https://slv.co.id/posisi-pengelasan/>.