



**ANALISIS PENGARUH ARUS LAS DENGAN
VARIASI ELEKTRODA DAN POSISI PENGELASAN
MENGUNAKAN METODE PENGELASAN SMAW
TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA ST 37**

**Sofyan Tri Laksito, Naufal Zacky Septian (Mahasiswa), Ir. Ismail,
M.Sc (Dosen Pembimbing)**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: sofyantrilaksito@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi manufaktur tidak lengkap tanpa teknologi pengelasan. Untuk mendapatkan hasil terbaik dari pengelasan, kesesuaian struktur pengelasan harus diperhatikan. Pengelasan harus memperhatikan beberapa faktor penting untuk mewujudkan hal tersebut, antara lain efisiensi pengelasan, penghematan energi, dan tentunya biaya yang murah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan elektroda dan posisi pengelasan terhadap kuat tarik baja ST37 saat shielded metal arc welding (SMAW).

Uji destruktif, atau uji tarik, digunakan untuk memeriksa hasil pengelasan yang digunakan. Selain itu, sebagai syarat kelulusan, penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas akhir. Sistem pengelasan ini dilengkapi dengan arus pengelasan 70A dan 80A. Interaksi ini berguna untuk mengetahui kekuatan arus las yang dialami oleh baja ST37 tanpa mengubah organisasi sintetik secara umum. Teknik yang dipilih dalam penelitian ini adalah strategi eksploratif, dengan teknik uji coba, ilmuwan akan melakukan kontrol nama palsu yang berarti memeriksa keadaan potensial dan hasil akhir, dan selanjutnya menentukan varietas dan teknik yang akan digunakan.

Dari hasil uji tarik diperoleh nilai ketangguhan rata-rata tertinggi sebesar $49,516 \text{ N/mm}^2$ dengan arus las 80A dengan posisi pengelasan horizontal. Sedangkan perpanjangan benda uji yang paling bertambah panjang berada di pengelasan 70A dengan posisi pengelasan horizontal yaitu 14,49%. Sesuai hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa posisi pengelasan SMAW yang terbaik adalah horizontal.

Kata kunci: Baja ST37, kekuatan tarik, variasi elektroda, posisi pengelasan, arus las, *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*.



Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 5 No. 2 (2022)

ABSTRACT

Manufacturing technology is not complete without welding technology. To get the best results from welding, the appropriateness of the welding structure must be considered. Welding must pay attention to a number of important factors in order to accomplish this, including welding efficiency, energy savings, and, of course, low costs. The goal of this study was to find out how different electrodes and welding positions affected the tensile strength of ST37 steel when shielded metal arc welding (SMAW).

The destructive test, or tensile test, is used to check the results of the welding that was used. Additionally, as a graduation requirement, this research aims to fulfill the final assignment. This welding system is completed utilizing a welding current of 70A and 80A. This interaction is valuable for knowing the strength of the welding current that has been involved by ST37 steel without changing the synthetic organization in general. The technique picked in this study is the exploratory strategy, with the trial technique, the scientist will do control false name control which means to examine potential circumstances and end results, and furthermore decides the varieties and techniques to be utilized.

From the results of the tensile test, the highest average toughness value was 49,516 N/mm² with a weld current of 80A with a horizontal welding position. While the extension of the test specimen that increases the most length is in 70A welding with a horizontal welding position of 14,49 %. According to the results of the study, it can be concluded that the best SMAW welding position is horizontal.

Keywords: *ST37 steel, tensile strength, electrode variation, welding position, welding current, Shielded Metal Arc Welding (SMAW).*



PENDAHULUAN

Proses penyambungan dua atau lebih bagian logam bersama dengan energi panas dikenal sebagai pengelasan. (Wirjosumarto, 2000). Menurut definisi American Welding Society (AWS), ikatan metalurgi dari logam cair atau paduan logam pada sambungannya dikenal sebagai pengelasan. Singkatnya, kita semua setuju bahwa proses pengelasan melibatkan penggunaan energi panas untuk menyatukan sejumlah batang logam. Salah satu faktor yang mempengaruhi, kualitas hasil penyambungan logam adalah sifat logam (Wirjosumarto, 2000). Karena memanfaatkan panas yang sangat berperan dalam hasil pengelasan, kondisi ini sangat bergantung pada perubahan suhu yang terjadi selama proses penyambungan. Logam akan mengalami siklus termal selama proses pengelasan, yaitu pemanasan dan pendinginan yang cepat pada area pengelasan, sehingga terjadi proses metalurgi dan deformasi yang mempengaruhi kualitas las, seperti ketangguhan sambungan, kekuatan tarik (tensile strength), dan struktur mikro logam. (Teguh Wiyono, 2012).

Pengelasan dengan busur pelindung logam, juga dikenal sebagai pengelasan dengan busur gas dan fluks, adalah salah satu jenis pengelasan. Arus listrik yang digunakan dalam proses penyambungan logam merupakan indikator penting yang perlu diperhatikan pada saat melakukan operasi pengelasan logam dengan metode Shield Metal Arc Welding (SMAW). Hal ini disebabkan intensitas busur listrik pada api yang mencapai ujung elektroda ditentukan oleh aliran listrik. digunakan. Berapa banyak intensitas (masukan panas) diharapkan melunakkan ekspansi logam dasar sehubungan dengan kekuatan aliran listrik.

logam penghubung (elektroda) dan sebaliknya, semakin sedikit panas yang dibutuhkan untuk melelehkan logam induk dan logam penghubung (elektroda) semakin rendah kuat arusnya. (Joko santoso, 2006).

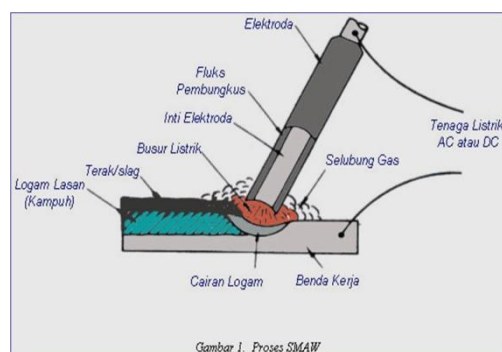
SMAW (Shielded Metal Arc Welding) atau las busur logam terlindung adalah suatu

proses pengelasan busur listrik dimana energi panas untuk pengelasan dibangkitkan oleh busur listrik yang terbentuk antara elektroda logam yang terbungkus dan benda kerja.

Shielded metal arc welding (SMAW) merujuk pada proses penyambungan dua buah logam atau penambahan logam pada permukaan logam yang ada. Masing-masing kata dalam SMAW memiliki makna, shielded maksudnya kemampuan untuk menghilangkan udara di sekitar lasan agar terhindar dari efek-efek yang menurunkan kualitas lasan.

Proses pengelasan SMAW (Safeguard Metal Circular Segmen Welding) atau disebut juga Electric Bend Welding adalah suatu siklus pengelasan yang menggunakan intensitas untuk melunakkan bahan dasar atau logam dasar dan katoda (bahan pengisi). Intensitas dihasilkan oleh lompatan partikel listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung terminal dan lapisan luar pelat yang akan dilas).

Gambar 2.4 Proses pengelasan dengan las SMAW.

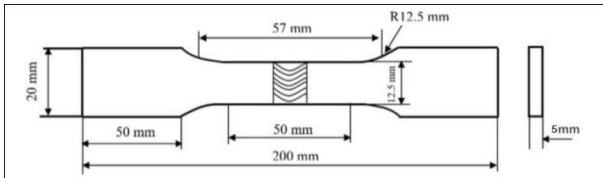


Gambar 1. Ilustrasi pengelasan SMAW

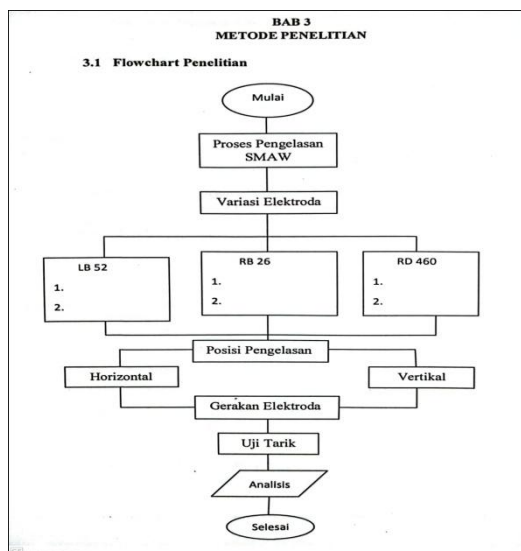
Proses SMAW menggunakan rangkaian listrik untuk menghantarkan segmen lingkaran las dengan mengubah daya listrik menjadi energi panas. Benda kerja dan ujung elektroda segera dilebur sebagian oleh panas yang intens dan terkonsentrasi yang dihasilkan oleh busur. Dengan secara konsisten menyesuaikan jarak atau celah antara elektroda dan kolam las pada benda kerja, tukang las mempertahankan panjang busur. Ketika busur dihilangkan, cairan menyatu dan membeku menjadi padatan berbentuk logam yang kontinyu.



Dimensi spesimen pengujian tarik berdasarkan standard ASTM E8



Gambar 2.8 Dimensi Spesimen Pengujian Tarik (ASTM E8)



Gambar 2. Skema Pengujian Penjelasan Diagram Alir

1. Baja Dissimilar Stainless Steel 304 dan ST 37

Pemeriksaan sambungan las logam yang berbeda, khususnya dampak variasi arus pada sambungan baja ST 37 dan baja tahan karat 304, mengarah pada penelitian ini. Tiga spesimen dikumpulkan untuk penyelidikan ini, dari ketiga spesimen tersebut akan dilakukan pengelasan dengan variasi arus 90 - 110 Ampere. Setelah sistem pengelasan selesai, dilakukan pengujian investigasi struktur mikro, pengujian kekerasan, dan pengujian ulet. Hasil menunjukkan bahwa tekanan traktat tipikal yang paling penting ditemukan pada contoh yang dilas dengan varietas dengan kekuatan saat ini 90 A 412,895 MPa.

2. Proses Pengelasan SMAW

Jenis penyambungan logam yang disebut pengelasan SMAW melibatkan peleburan elektroda (bahan pengisi) dan benda kerja dengan energi panas. Ion listrik (katoda dan anoda) melompat di ujung elektroda dan permukaan material menghasilkan energi panas selama proses pengelasan SMAW.

3. Variasi Elektroda

Dua fungsi utama variasi elektroda SMAW adalah sebagai logam pengisi las dan sebagai penghubung listrik. Aplikasi, ketebalan logam dasar, ukuran file las, posisi las, dan arus las yang diijinkan semuanya mempengaruhi diameter kawat las yang dipilih. Elektroda baja, elektroda nikel, elektroda perunggu, dan elektroda hidrogen rendah adalah berbagai jenis elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan besi cor. Persiapan untuk pengelasan SMAW:

- Siapkan alat pengelasan diantaranya mesin las, kawat las, dan sebagainya.
- Percobaan 1 melakukan pengelasan SMAW menggunakan RB 26.
- Percobaan 2 melakukan pengelasan SMAW menggunakan LB 52.
- Percobaan 3 melakukan pengelasan SMAW menggunakan RD 460

4. Posisi Pengelasan

Pengaturan posisi atau letak gerak elektroda las disebut juga sikap atau posisi las. Letak kampuh atau celah pada benda kerja yang akan dilas biasanya menentukan posisi pengelasan. Situasi dalam pengelasan terdiri dari:



1. Horizontal

Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Di sini, kemiringan dan arah ayunan anoda harus dipertimbangkan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Seringkali benda kerja berada dalam posisi tegak atau sedikit miring menghadap elektroda las. Pengelasan posisi datar sering digunakan untuk objek pengelasan yang berdiri tegak. Misalnya, mengelas lambung kapal secara horizontal.

2. Vertikal

Saat mengelas dalam posisi tegak, mengelas ke arah garis vertikal. Seperti pada keadaan mendatar pada posisi ke atas, tempat benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak bergeser ke arah pergerakan terminal las, khususnya ke atas atau ke bawah. Misalnya, mengelas lambung kapal dengan arah vertikal.

5. Gerakan Elektroda

Pada saat pengelasan, pergerakan elektroda bertujuan untuk menghindari takikan dan pencampuran slag serta menghasilkan endapan logam las dengan permukaan rata dan halus.

6. Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk menentukan sifat mekanik dan ketidaksempurnaan material. Dalam ulasan ini tes yang dilakukan adalah mencoba uji

tarik.

Pengujian ulet merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada material untuk menentukan atribut dan sifat mekanik material, khususnya kekuatan dan perlindungan dari beban yang dapat ditarik.

7. Analisa

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, selanjutnya adalah analisa dan pembahasan. Analisa dan pembahasan ini dengan mengolah data hasil penelitian menjadi sumber informasi dan nantinya bisa mendapatkan suatu kesimpulan dari keseluruhan dari data-data tersebut.

3.3 Alat dan Bahan

- Alat :
 - a. Mesin las
 - b. Alat potong (Gerinda)
 - c. Mesin Frais
 - d. Alat uji tarik
 - e. Jangka sorong
- Bahan :
 - a. Baja ST37
 - b. Elektroda las

Metode yang digunakan untuk membedah informasi dalam penelitian ini adalah pengukuran dengan pendekatan kuantitatif. Data hasil eksperimen Uji Tarik dan data hasil simulasi Uji Tarik dibandingkan dalam metode analisis data ini. Tahap selanjutnya adalah menggambarkan informasi dalam kalimat yang tidak sulit untuk digunakan, dipahami, dan disajikan dalam format tabel atau grafik. Ini pada dasarnya bertujuan untuk memberikan jawaban rinci atas masalah. (Sugiyono, 2010:19)



Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 5 No. 2 (2022)

Regangan :

$$\varepsilon = \frac{L_y - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana : L_0 = Panjang mula dari batang uji (mm)

L_y = Pertambahan panjang (mm)

Nilai tegangan dan regangan ditulis dalam persamaan :

$$L = L_0 + \Delta_L$$

Keterangan :

L : Tegangan (kg/mm²),

L_0 : Panjang mula-mula (mm)

Δ_L : Pertambahan panjang (mm)



DATA PENGUJIAN

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	28,051	38,672	25,190	1,205	5,6	9,44
2	27,437	34,974	32,458	1,095	3,185	14,815
3	26,061	37,510	21,894	0,9	9,005	24,82

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal. Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 70A dan posisi pengelasan vertikal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 37,052 (N/mm²) dan regangan sebesar 5,93%.

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan horizontal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	28,157	37,357	29,662	1,1	6,805	9,11
2	36,749	50,912	42,771	1,43	8,125	11,53
3	29,325	37,120	25,264	1,975	7,905	11,305

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan horizontal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 70A dan posisi pengelasan horizontal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 41,796 (N/mm²) dan regangan sebesar 7,61 %.

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan horizontal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	25,520	37,110	24,099	1,1	9,05	14,055
2	25,872	38,723	25,005	0,99	7,905	11,745
3	24,282	37,222	10,118	0,875	7,355	9,66

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan horizontal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 80A dan posisi pengelasan horizontal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 37,685 (N/mm²) dan regangan



Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 5 No. 2 (2022)

sebesar 8,103 %.

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	26,349	37,450	24,378	0,99	9,225	12,515
2	25,859	36,531	23,440	0,88	5,71	9,77
3	25,843	38,554	24,262	0,756	5,38	8,78

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan vertikal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 80A dan posisi pengelasan vertikal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 37,511 (N/mm²) dan regangan sebesar 6,771 %.

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	34,768	38,778	27,011	1,65	2,31	3,96
2	38,410	46,682	30,195	1,54	4,39	4,94
3	36,915	50,230	47,184	1,10	6,25	9,11

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 70A dan posisi pengelasan vertikal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 45,230 (N/mm²) dan regangan sebesar 4,32%.

Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan horizontal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	38,627	47,389	40,605	2,2	5,49	8,46
2	37,491	49,286	30,778	1,65	8,24	14,49
3	36,150	48,688	41,917	1,65	6,26	8,46

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan horizontal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 70A dan posisi pengelasan horizontal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 48,454 (N/mm²) dan regangan sebesar 6,67 %.



Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan horizontal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	37,501	48,915	44,330	1,98	7,25	10,43
2	41,130	50,154	46,730	2,2	5,71	8,56
3	37,242	49,478	30,867	2,2	8,01	10,76

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan horizontal.

Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 80A dan posisi pengelasan horizontal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 49,516 (N/mm²) dan regangan sebesar 6,99 %.

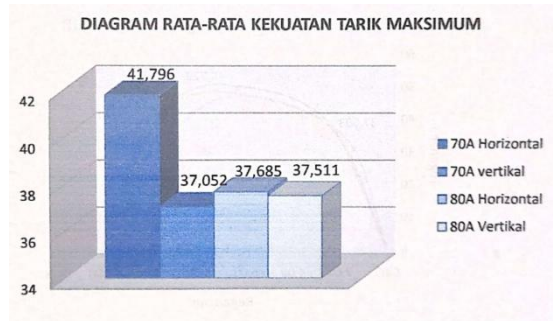
Tabel data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 70A dengan posisi pengelasan vertikal.

Spesimen	Tegangan luluh kg/mm ²	Tegangan maksimal kg/mm ²	Tegangan putus kg/mm ²	ϵ_{yield} (%)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{putus} (%)
1	35,267	47,200	30,829	1,87	6,7	9,88
2	40,272	50,851	46,307	2,64	6,81	9,23
3	37,270	48,134	44,226	2,75	8,24	11,86

hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen 80A dengan posisi pengelasan vertikal.

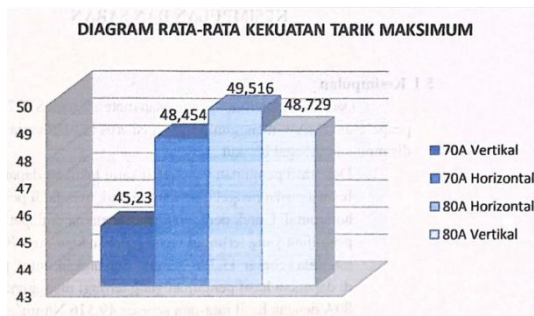
Dari tabel data hasil uji tarik diatas dibuatlah grafik tegangan dan regangan, dapat diketahui nilai rata-rata pada material besi ST-37 dengan variasi arus pengelasan 80A dan posisi pengelasan vertikal memiliki tegangan max rata-rata sebesar 48,729 (N/mm²) dan regangan sebesar 7,25%.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Perhitungan tegangan rata-rata maksimumnya (kg/mm²) Informasi tersebut adalah hasil akhir dari uji tarik. Dari nilai tertinggi hingga terendah dapat dilihat pada data di atas.

1. Dari posisi pengelasan horizontal baja ST37 dengan pengelasan SMAW didapatkan hasil pengujian tarik dengan nilai tertinggi 41,796 kg/mm² dengan menggunakan arus 70A, dan nilai terendahnya sebesar 37,685 kg/mm² dengan menggunakan arus 80A.
2. Dari posisi pengelasan vertikal didapatkan hasil pengujian tarik dengan nilai tertinggi 37,511kg/mm² dengan menggunakan arus 80A, dan nilai terendahnya sebesar 37,052 kg/mm² dengan menggunakan arus 70A.



perhitungan rata-rata tegangan maksimumnya (kg/mm²). Data tersebut merupakan final dari hasil pengujian tarik. Dari data diatas dapat dilihat nilai tertinggi hingga terendah.

Hasil pengujian tarik diperoleh dari posisi las vertikal dengan nilai tertinggi sebesar 48,729 kg/mm² menggunakan arus 80A dan nilai terendah sebesar 45,23 kg/mm² menggunakan arus 70A.

Hasil pengujian tarik didapatkan dari posisi pengelasan horizontal dengan nilai tertinggi sebesar 49,516 kg/mm² menggunakan arus 80A dan nilai terendah sebesar 48,454 kg/mm² menggunakan arus 70A.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian pengelasan material menggunakan variasi arus las dan variasi elektroda dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian yang telah kami lakukan dapat disimpulkan bahwa posisi pengelasan yang terbaik berada di posisi pengelasan horizontal. Untuk pengujian yang pertama di dapatkan hasil pengujian yang tertinggi menggunakan kuat arus 70A dengan hasil rata-rata sebesar 41,796 N/mm². Sedangkan untuk pengujian kedua di dapatkan hasil pengujian yang tertinggi menggunakan kuat arus 80A dengan hasil rata-rata sebesar 49,516 N/mm². Dapat disimpulkan posisi pengelasan terbaik yaitu menggunakan posisi pengelasan horizontal, karena dalam posisi pengelasan horizontal untuk cairan elektrodanya merata sedangkan untuk posisi pengelasan vertikal cairan elektrodanya turun ke bawah maka dari itu hasil pengelasannya tidak sempurna (Tarkono, 2010)

Dari hasil penelitian ini, pengelasan khususnya dengan baja ST37 disarankan menggunakan arus 70-80 A. dengan posisi pengelasan horizontal karena sangat membantu dalam menambah kekuatan tarik dari material tersebut.

REFERENSI

- [1] B. T. Sofyan, Pengantar Material Teknik, 2nd ed. Bogor: UNHAN RI PRESS, 2021.
- [2] Harsono, Sri Mulyo Bondan Respati dan Helmy Purwanto, Analisa Pengelasan SMAW Tegangan DC Terhadap Jejuatan Tarik, Kekerasan, Foto Makro dan Mikro Pada Stainless Steel 304, Jurnal MOMENTUM , Vol. 15, No. 1, April 2019, ISSN 0216-7395
- [3] Joko santoso., (2006) Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018, Jurnal Teknik Mesin UNES Vol, III, No 11, 22 September 2006 ISSN 2102-7491: 206- 220
- [4] PENGELASAN VARIASI KUAT ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN SAMBUNG LAS PLATE CARBON STEEL ASTM 36, ” Jurnal Rekayasa Sistem Industri, vol. 3. No. 2 .Mei 2018
- [5] Raharjo, Samsudi, dan Rubijanto J.P. 2012. Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambung Las Shielding Metal Arc Welding (SMAW). Jurnal FT UMS, 1412-9612.
- [6] Suherman. 1987. Ilmu Logam I. Institut Teknologi Sepuluh November : Surabaya
- [7] Surdia, Tata, Saito, Sinroku. Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita. Jakarta. 1991.
- [8] Teguh Wiyono. (2012), Penentuan Pengelasan Dissimilar Alluminium Dan Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Waktu Pengelasan Dan Arus Listrik. Jurnal Foundry Vol, 2 No. 1 April 2012 ISSN 2087-2259 : 20-25
- [9] Wiryosumarto. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Pramita.