

PERBEDAAN HASIL PENGELASAN KAMPUH V PADA POSISI 2G DAN 3G DENGAN MENGGUNAKAN UJI TARIK PADA PENGELASAN SMAW BAJA SS 400

DIFFERENCES OF WELDING RESULTS KAMPUH V ON 2G AND 3G POSITIONS USING A PULL TEST ON WELDING SMAW STEEL SS 400

Rifat De Burt¹, Jasman², Primawati³ & Rodesri Mulyadi⁴
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

deburt31@gmail.com

jasmanmesin@yahoo.co.id

primafazma@gmail.com

rodestrimulyadi@gmail.com

Abstrak

Kekuatan dari sambungan pengelasan dipengaruhi beberapa faktor salah satunya ialah posisi pengelasan. Posisi pengelasan memiliki fungsi yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las, tetapi setiap posisi pengelasan digunakan bergantung pada benda kerja yang akan dilas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh posisi pengelasan terhadap sambungan las Shield Metal Arc Welding. Metode yang dipakai pada penelitian ini ialah metode eksperimen. Penelitian ini sambungan kampuh V digunakan dalam penelitian ini dengan ayunan zig - zag. Spesimen yang dipakai ialah SS 400 dengan tebal 8 mm dan elektroda yang digunakan E7018 dengan diameter 3,2 mm. Arus yang dipakai ialah 100 A untuk pengelasan *capping* dan *filler*, pembuatan *root* 65 A. Hasil dari penelitian ini ialah spesimen kontrol memiliki rata-rata tegangan 272,2N/Mm², regangan 337,6%, modulus elastisitas 7,22KN/Mm², baja dengan posisi 2G memiliki hasil 286,9N/Mm², 34,3%, 8,33KN/Mm², posisi 277,9N/Mm², 34,6%, 8 Kn/mm². Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Proses pengelasan menggunakan posisi pengelasan 2G, 3G dan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm akan mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan baja karbon rendah. Spesimen yang mendapatkan perlakuan pengelasan memiliki kekuatan tarik yang merata. Hal ini menandakan bahwa posisi pengelasan yang paling sesuai untuk proses pengelasan plat dengan ketebalan material 8 mm adalah dengan menggunakan posisi 2G.

Kata Kunci : Baja Karbon Rendah , Analisis Uji Tarik, Kampuh V, Pengelasan SMAW, Posisi Pengelasan

Abstract

The strength of the welding joint is influenced by several factors, one of which is the position of the weld. The welding position has a function, namely setting the position or position of the welding electrode movement, but each welding position is used depending on the workpiece to be welded. The purpose of this study was to determine the effect of welding position on the welding joints of Shield Metal Arc Welding. The method used in this research is the experimental method. In this study, seam V connection was used in this study with a zig zag swing. The specimen used was SS 400 with a thickness of 8 mm and the electrode used was E7018 with a diameter of 3.2 mm. The current used is 100 A for welding capping and filler, making root 65 A. The results of this study are that the control specimen has an average stress of 272,2N/Mm², strain 37,6% modulus of elasticity of 7,22 Kn / mm², 2G position 286,9N/Mm², 34.33%, 8.33 Kn / mm², 3G position 277.9 N / mm² · 34.6%, 8 Kn / mm² position. The conclusion in this study is that the welding process using welding positions of 2G, 3G, and E7018 electrodes with a diameter of 3.2 mm will affect the tensile strength of low carbon steel welding results. The specimens subjected to the welding treatment have uniform tensile strength. This indicates that the most suitable welding position for the plate welding process with a material thickness of 8 mm is to use the 2G position.

Keywords : Low Carbon Steel, Traction Test Analysis, V Groove, SMAW Welding, Welding Position

I. Pendahuluan

Sambungan yang digunakan untuk membuat pekerjaan simpel dan tidak memerlukan waktu lama yaitu sambungan las, Perancangan las serta proses pembuatan harus dilihat kekuatan hasil pengelasan dan fungsi hasil Pengerjaannya (Triwibowo & Supriatna, 2019). Sambungan permanen banyak digunakan karna ketahanan, biaya, kesesuaian terhadap rancangan (Sulardjaka et al., 2018). Tiga jenis mesin las SMAW berdasarkan arus dihasilkan seperti searah, bolak-balik, mesin las ganda (Huda & Setiawan, 2016). Rekayasa dan reparasi logam merupakan salah satu fungsi dari pengelasan yang dimanfaatkan oleh manusia, selain itu juga dalam pembangunan konstruksi saat ini juga menggunakan pengelasan terutama dalam rancangan bangunan (Afan et al., 2020).

Baja SS 400 adalah jenis baja carbon yang mempunyai kadar karbon rendah yaitu dibawah 0,3 % dan mempunyai sedikit kandungan silikon. Baja karbon rendah memiliki sifat ulet dan tangguh, di bidang perkapalan baja karbon rendah merupakan bahan utama untuk pem buatan konstruksi kapal, seperti pada konstruksi lambung kapal.

(H. Wiryosumarto, 2004).

Kualitas sambungan dapat dilihat dari salah satu yang menjadi parameter pengelasan yaitu gerakan elektroda (Rabbi et al., 2018). Kuat arus pada waktu pengelasan Berpengaruh terhadap kekuatan benda hasil lasan untuk Menerima beban yang diterimanya (Las et al., 2019). Sambungan yang kuat bergantung kepada kandungan logam, bahan tambah, waktu pengelasan, zona yang menerima panas, pengaruh, Dan terjadinya tegangan sisa (Wijoyo & Aji, 2015). Kandungan karbon Pada baja karbon rendah bisa ditingkatkan dengan proses carburizing tetapi tidak dikeraskan disaat selesai penyambungan (Kurniawan et al., 2014).

Jenis arus merangkap arus tinggi, arus rendah, pemakaian arus wajib memperhatikan nilai kekuatan, ketahanan, serta penyimpangan yang terjadi (Nasrul et al., 2016). Arus las yang tinggi, maka terjadi kecepatan pencairan logam yang dapat menghasilkan butiran percikan kecil, jika arus semakin rendah, maka pencairan logam dari ujung elektroda pada busur listrik menjadi tidak beraturan karena laju pemadatan yang lambat (Idhil Ismail, 2019). Las busur listrik terdiri dari las TIG, Co2, basurenndam, dan salah satunya yang sering dipakai SMAW (Anjis Ahmad Soleh, Helmy Purwanto, 2017). Gerakan elektroda, arus pengelasan, dan tipe elektroda akan mempengaruhi pengelasan (Rahangmetan et al., 2020).

Ayunan elektroda las berpengaruh terhadap hasil lasan, kebanyakan welder memiki karakter tersendiri dalam jenis goyangan tanpa melihat kualitas penyambungan (Wijoyo & Aji, 2015). Pengelasan las

busur listrik memakai elektroda yang terbentuk dari logam dan mempunyai satu inti dan diselimuti oleh lapisan bahan kimia (Kurniawan et al., 2014). Kandungan baja yaitu sulfur, fosfor, silicon, mangan, dan lain-lain yang kapasitasnya Ditetapkan (Anjis Ahmad Soleh, Helmy Purwanto, 2017). Waktu Pengelasan menghasilkan panas pada daerah tertentu akan berdampak terhadap metalurgi, deformasi serta tegangan Thermal (Julisman, 2015).

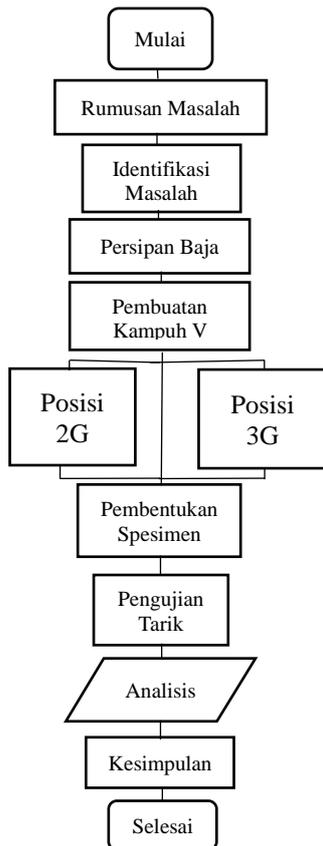
Lapisan elektoda yang panas terus mencair serta menghasilkan udara yang menghindar akhir elektroda dan cairan lebur terhadap udara luar (Fadhil, 2018). Bahan tambah memiliki bagian tersendiri yang dilapisi lapisan kimia serta tidak lapisi yang menjadi alas untuk menjepit tang las (Munawar et al., 2018). Pengelasan merupakan teknik menyatukan logam dengan cairan bahan tambah yang telah cair menjadi lapisan filler metal (Sariman et al., 2020). Pengujian kekuatan dari hasil pengelasan dilakukan dengan pengujian tarik, uji tarik dilakukan dengan cara memberikan beban tarik pada spesimen uji secara perlahan dengan mengukur batas mulur, perpanjangan, kekuatan tarik, dan pengecilan luas (Fernando et al., 2020) .

Pengelasan menggunakan listrik arus AC memiliki keuntungan dimana listrik arus AC lebih mudah dalam perlengkapan dan perawatan dibandingkan listrik arus DC sedikit lebih rumit (Firmanda et al., 2020). Pengelasan SMAW adalah pengelasan busur listrik dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dan logam yang dilas (Rizki et al., 2020)

II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode eksperimen. Objek penelitian yang digunakan adalah baja Karbon SS 400 memiliki ketebalan 8 mm dengan melalui pengelasan SMAW menggunakan elektroda merek E7018 diameter 3,2 mm. Sambungan pengelasan untuk penelitian ini adalah kampuh V terbuka yang di las dengan ayunan zig zag dan memakai 2 variasi porisis pengelasan. Untuk arus yang dipakai dalam pengelasan ada dua jenis, pertama arus 65 A dipakai untuk pembuatan *root*, bertujuan saat proses pengelasan root tidak mengalami cacat las, kedua arus 100 A digunakan dalam pembuatan *filler* dan *capping*. Masing-masing variasi posisi pengelasan memiliki tiga buah spesimen yang di uji tarik menggunakan Universal Testing Machine. Putusnya benda penelitian juga sebagai gambaran dalam proses pengelasan, apabila benda mengalami putus di bagian penyambungan las dapat diketahui sambungan yang dibentuk mengalami cacat las, ini menyimpulkan bahwa putus nya benda penelitian harus terjadi di lokasi selain sambungan Variabel terikat dari penelitian ini adalah baja Karbon SS400, kuat arus, elektroda, jenis sambungan, ayunan,

Variable bebas yaitu posisi pengelasan.

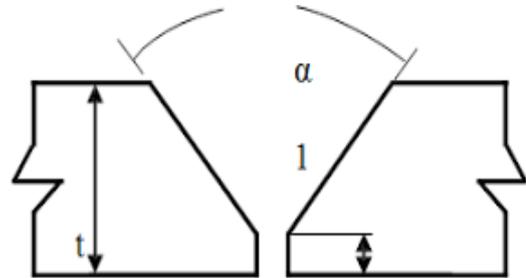


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Variabel pengujian ini bisa membedakan atau membentuk variasi pada nilai tertentu. jenis variabel yang diuji ada dua yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen ialah variabel yang menyebabkan terjadinya atau mempengaruhi variabel terikat. Variabel independen yang dipakai untuk penelitian ini adalah baja yang digunakan yaitu baja karbon SS400. Baja karbon yang memiliki kandungan besi dan karbon dengan kandungan karbon kecil dari 0,3%.

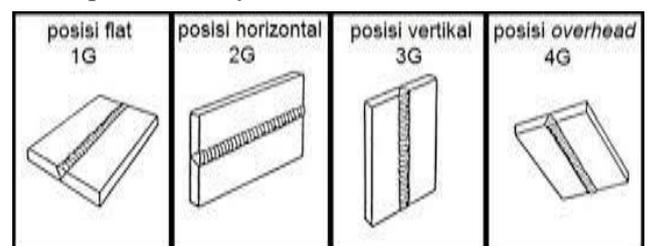
Arus pengelasan adalah merupakan salah satu variable terikat pada penilian ini dikarenakan arus yang digunakan konstan terhaap semua spesimen yaitu pada pengelasan root dasar arus nya sebesar 65A dan pengelasan filler dan keeping menggunakan arus 100A. Selanjutnya Elektroda dibedakan menjadi dua macam berdasarkan selaput pelindungnya, yaitu elektroda polos dan elektroda beselaput. Elektroda berselaput terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda E7018 dan digunakan pada Spesimen pengujian yang digunakan adalah baja karbon rendah SS 400 yang diberikan perlakuan Pengelasan dengan menggunakan posisi 2G, 3G. Berikut gambar baja karbon rendah SS400 setelah dibentuk menjadi spesimen uji tarik.

setiap spesimen sehingga elektroda las merupakan variable terikat. las yang digunakan yakni sambungan bentuk kampuh V terbuka dengan sudut 60° . Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-20 mm dengan sudut jahitan 50° jarak akar 0-2 mm dan tinggi akar 0-3 mm (Jasman et al., 2018)

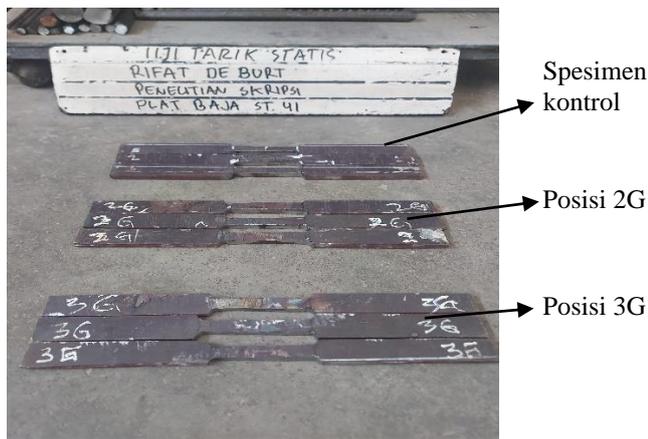


Gambar 2. Kampuh V

Sambungan kampuh V diatas menggambarkan bentuk benda kerja yang akan menjalani proses pengelasan. Lasan alur dipakai pada pengelasan terbagi pada tiga bagian yaitu lasan penetrasi penuh tanpa plat penahan, lasan penetrasi penuh dengan plat penahan, lasan penetrasi sebagian. Oleh karena itu dalam proses pengelasan pemilihan jenis sambungan sangat penting dan harus dipilih berdasarkan kebutuhan dan kegunaan. Variabel dependen yaitu variabel terikat yang telah terpengaruhi oleh variabel bebas. Variabel dependen dalam penelitian ini ialah Variabel Bebas yaitu posisi pengelasan. pada penelitian ini digunakan empat posisi, yaitu 2G, 3G. Dalam penelitian ini menggunakan 9 spesimen 3 spesimen control dan 6 spesimen uji setiap posisi dengan masing posisi tiga specimen dengan tujuan untuak menghindari terjadi nya fluks didalam proses pengelasan yang akan mengakibatkan hasil uji Tarik yang jauh berbeda. Variasi posisi yang digunakan dalam penilian ini, yaitu:



Gambar 3. Posisi Pengelasan Pada Plat



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik

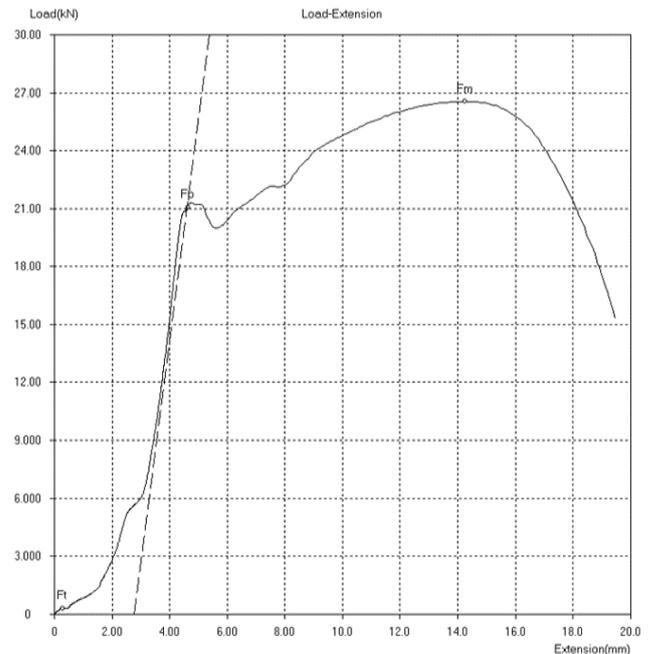
Uji tarik dilakukan 3 kali pengujian terhadap masing-masing jenis spesimen setiap jenis spesimen memiliki 3 material yang diuji dengan Universal Testing Machine. Uji tarik merupakan proses pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan beban sesumbu terhadap material hingga terjadi kegagalan atau putus. Jika suatu benda diberikan gaya tarik maka benda tersebut akan mengalami pertambahan panjang (extention), hal ini terjadi dikarenakan adanya hubungan antara pemberian gaya tarik dengan pertambahan panjang.

III. Hasil dan Pembahasan

Data hasil uji tarik didapatkan dengan melakukan pengujian terhadap seluruh spesimen pengujian, Didapatkan grafik hasil uji tarik yang terlampir pada lampiran. Pengujian yang dilakukan terhadap baja karbon SS 400 tanpa perlakuan akan dilakukan sebanyak 3 kali pengujian, pengelasan menggunakan baja posisi 2G sebanyak 3 kali pengujian, baja karbon SS 400 dengan pengelasan menggunakan posisi 3G sebanyak 3 kali pengujian, total dari seluruh pengujian adalah sebanyak 9 kali pengujian dengan 3 spesimen kontrol

A. Spesimen Baja SS 400

Spesimen ini tidak mendapatkan perlakuan panas pada proses pengelasan, hal ini bertujuan untuk menjadi kontrol pada spesimen yang menerima perlakuan pengelasan, pada sepsimen kontrol dilakukan 3 kali pengujian berfungsi sebagai perbandingan dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan. Grafik yang didapat dari pengujian seperti dibawah ini.

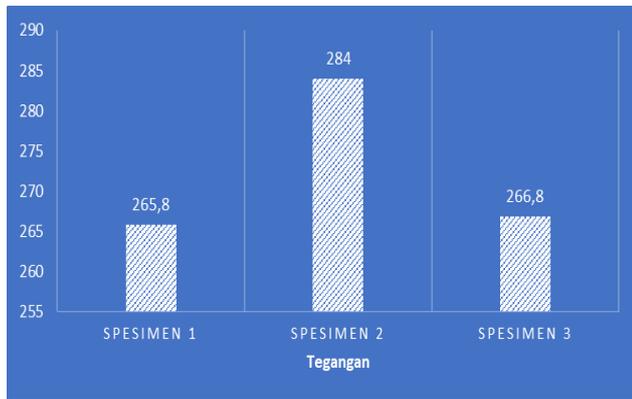


Gambar 5. Kurva Pengujian Tarik Spesimen

Kurva pengujian tarik spesimen diatas menjelaskan proses pengujian Tarik pada spesimen uji, titik luluh daerah linear yaitu daerah pada kurfa deformasi dapat dibalik dengan menghilangkan regangan dapat dilihat pada gambar 7 dengan simbol (0a), titiik a adalah batas elastis artinya ketika sebuah bahan diberi beban sampai titik a, kemudian beban dihilangkan maka bahan tersebut akan kembali seperti semula tetapi bila beban melewati titik a maka hokum hooke tidak berlaku lagi. Jumlah maksimum regangan yang dapat ditahan benda sebelum terjadi kegagalan disebut ultimate strength itu digambarkan pada titik b. Titik c merupakan kekuatan patah benda dimana bahan di uji putus. Dari pengujian ini didapatkan hasil uji Tarik pada spesimen kontrol seperti table dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Spesimen Kontrol

Kode Sampel	Tipe/ Merek Sampel	Ukuran T (Mm)	L (Mm)	Ao =T.L (Mm)	Fy (Kn)	Fm (Kn)	L LO (Mm)	ε Δl (Mm)	ε %	σ (N/Mm ²)	E (Kn/ Mm ²)
SS 400											
Spec 1	SS400	8	12,5	100	21.08	26.58	50	19,1	38	265,8	6,99
1 Spec 2	SS400	8	12,5	100	19.14	28.40	50	18,5	37	284	7,67
Spec 3	SS400	8	12,5	100	19.22	26.68	50	19,4	38	266,8	7,02
Rata Rata								19	37,6	272,2	7,22



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Kontrol

Material SS 400 memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata $272,2\text{N}/\text{Mm}^2$. Nilai kekuatan tarik tersebut merupakan nilai tertinggi dari seluruh spesimen pengujian tarik, hal tersebut bisa terjadi dikarenakan pada material SS 400 tidak ada diberikan perlakuan pengelasan sebelum pengujian sehingga spesimen uji tidak mengalami perubahan struktur.

B. Spesimen Uji Tarik dengan Posisi 2G

Spesimen ini dilakukan proses pengelasan SMAW dengan variasi ayunan spiral yang dilakukan kepada 3 buah spesimen. Selanjutnya setelah pengelasan spesimen akan dibentuk sesuai dengan bentuk spesimen pengujian tarik dan kemudian dilakukan pengujian tarik.

Table 2. Hasil Pengujian Tarik Posisi 2G

Kode Sampel	Tipe / Merek Sampel	Ukuran T L (Mm)	Ao =T.L (Mm)	Fy (Kn)	Fm (Kn)	L L0 Δl (Mm)	ε %	σ (N/Mm²)	E (Kn/Mm²)	
2G										
Spec 1	SS400	8 12,5	100	23.26	28.14	50 17,4	35	281,4	8,04	
2 Spec 2	SS400	8 12,5	100	20.48	27.66	50 16,8	34	276,6	8,13	
Spec 3	SS400	8 12,5	100	22.60	30.28	50 17,1	34	302,8	8,9	
Rata - Rata							17,1	34,3	286,9	8,33



Gambar 7. Grafik Hasil Posisi 2G

Hasil pengujian tarik didapatkan rata-rata kekuatan tarik hasil pengujian dengan posisi 2G yaitu $286,9\text{N}/\text{Mm}^2$. Nilai tersebut merupakan nilai yang cukup baik. Hasil pengelasan pada spesimen ini sudah bagus untuk pengisian dan sudah sangat bagus

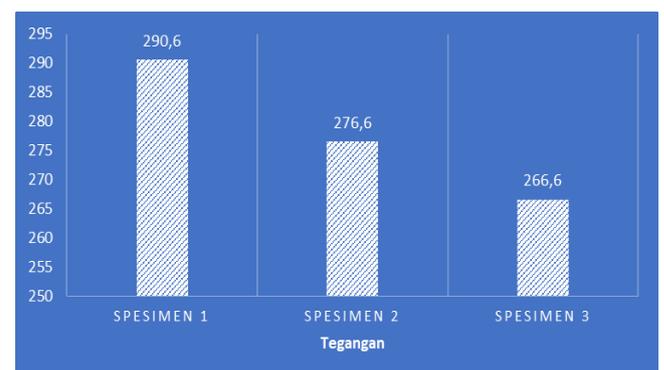
untuk penyambungan pada kampuh V. Dan posisi ini juga merupakan posisi yang lumayan mudah untuk melakukan pengelasan.

C. Spesimen Uji Tarik Menggunakan Posisi 3G

Spesimen ini juga mendapat perlakuan yang sama dengan spesimen lainnya, hanya yang dibedakan yaitu Posisi Pengelasan yang digunakan dilakukan kepada 3 buah spesimen. Selanjutnya setelah pengelasan spesimen akan dibentuk sesuai dengan bentuk spesimen pengujian tarik dan kemudian dilakukan pengujian tarik.

Table 3. Hasil Pengujian Tarik Posisi 3G

Kode Sampel	Tipe / Merek Sampel	Ukuran T L (Mm)	Ao =T.L (Mm)	Fy (Kn)	Fm (Kn)	L L0 Δl (Mm)	ε %	Σ (N/Mm²)	E (Kn/Mm²)	
Spec 1	SS400	8 12,5	100	22.14	29.06	50 16,6	33	290,6	8,8	
3 Spec 2	SS400	8 12,5	100	21.04	27.66	50 17,9	36	276,6	7,6	
Spec 3	SS400	8 12,5	100	20.70	26.66	50 17,7	35	266,6	7,6	
Rata - Rata							17,4	34,6	277,9	8



Gambar 8. Grafik Hasil Posisi 3G

Hasil pengujian tarik didapatkan rata-rata kekuatan tarik hasil pengujian dengan posisi 3G yaitu $277,9\text{N}/\text{Mm}^2$. Nilai tersebut merupakan nilai yang cukup baik. Hasil pengelasan pada spesimen ini sudah bagus untuk pengisian dan sudah sangat bagus untuk penyambungan pada kampuh V. Dan posisi ini juga merupakan posisi yang lumayan mudah untuk melakukan pengelasan

D. Kesimpulan

Analisa dan pembahasan dari data yang telah didapat saat pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa. Proses pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan 2G, 3G dan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm akan mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan baja karbon rendah. Setiap spesimen yang mendapatkan perlakuan pengelasan memiliki kekuatan Tarik yang lumayan merata. Pengelasan menggunakan posisi 3G menghasilkan kekuatan Tarik yang paling rendah sebesar $266,6\text{Mm}^2$. Pengelasan dengan menggunakan posisi 2G memiliki kekuatan tarik yang tertinggi dari semua

bahan uji yang dapat perlakuan pengelasan yaitu sebesar $302,8\text{N}/\text{Mm}^2$. Hasil pengelasan yang dihasilkannya sudah bagus untuk proses pengisian dan penembusan. Sehingga hal ini menandakan bahwa posisi pengelasan yang paling sesuai untuk proses pengelasan plat dengan ketebalan material 8 mm adalah dengan menggunakan posisi 2G.

Referensi

- Afan, M. Bin, Purwanto, P., Muliandi, M., & Rahim, B. (2020). Pengaruh Suhu Penyimpanan Elektroda Low Hydrogen E7016 terhadap Hasil Uji Tekuk Sambungan Las Pelat Baja Karbon SS400. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 20. <https://doi.org/10.32497/jrm.v15i1.1823>
- Anjis Ahmad Soleh, Helmy Purwanto, I. S. (2017). Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon Rendah Dengan Las Smaw Menggunakan Jenis Elektroda E7016. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 1(2), 29–35.
- Fadhil, M. (2018). Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Jenis Elektroda E 7016 Dan E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Las Baja Karbon Rendah Trs 400. <https://doi.org/10.31227/osf.io/4pqsc>
- Fernando, Y., Mulyadi, R., & Info, A. (2020). *The Effect on Using Different Types of Electrodes toward the Tensile Strength of the Welding Joints Groove V Low Carbon Steel Type DIN*. Firmanda, Z., Aziz, A., & Rahim, B. (2020). *The Effect of AC (alternating current) and DC (direct current) on Bend Testing Results of Low Carbon Steel Welding Joints*. 3(2), 56–61.
- H. Wiryosumarto, “ Teknologi Pengelasan Logam,” Jakarta : Pradnya Paramita, 2004
- Huda, M., & Setiawan, F. (2016). Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus dengan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1–9.
- Idhil Ismail, A. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Sudut Kampuh terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketangguhan Impact pada Material SS410 dengan Menggunakan Metode Las SMAW. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(2), 113120. <https://doi.org/10.32487/jst.v5i2.687>
- Jasman, J., Irzal, I., Adri, J., & Pebrian, P. (2018). Effect of Strong Welding Flow on the Violence of Low Carbon Steel Results of SMAW Welding with Electrodes 7018. *Teknomekanik*, 1(1), 2431. <https://doi.org/10.24036/tm.v1i1.972>
- Julisman. (2015). Analisa sifat mekanik permukaan baja st 37 dengan proses pack carburizing menggunakan arang kelapa sawit sebagai media karbon padat. *Material*, 6, 15–29.
- Kurniawan, A. S., Solichin, & Puspitasari, R. P. (2014). Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja St.41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(2), 1–12.
- Las, S., Baja, S., Gr, S. A., Sambungan, M., Smaw, L. A. S., & Sa, B. (2019). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *Jurnal Ilmiah Mekanik*, 4(November 2018), 64–69.
- Munawar, Abbas, H., & Aminy, A. Y. (2018). The Effects of Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Welding on the Mechanical Characteristics with Heating Treatment inn S45c Steel. *Journal of Physics: Conference Series*, 962(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/962/1/012063>
- Nasrul, M. Y., Suryanto, H., & Qolik, A. (2016). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 dan ST 37. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(1), 1–12.
- Rabbi, Afrianto, & Imran. (2018). Analisa Pengaruh Gerakan Elektroda pada Pengelasan SMAW terhadap Uji Kekerasan dan Kekuatan Bending Baja ST 37. *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis, Oktober 20*, 131–140.
- Rahangmetan, K. A., Wullur, C. W., & Sariman, F. (2020). Effect Variations and Types of Smaw Welding Electrodes on A36 Steel to Tensile Test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3), 16. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032052>
- Rizki, M., Erizon, N., Syahri, B., Jr, R. E., Padang, U. N., & Info, A. (2020). *The Effect of Current Strength Towards ABREX Steel 400 Pulling Strength by Using SMAW Welding with Electrode E7018*. 3(2), 36–42.
- Sariman, F., Wullur, C. W., Cipto, & Parennden, D. (2020). Analysis of Resistance of Materials That Have Las Connection in St 37 Steels. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3), –9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032050>
- Sulardjaka, S., Fitriyana, D. F., Iskandar, N., & Mubarak, D. I. (2018). Karakterisasi Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengelasan Shield

Metal Arc Welding (SMAW) dan Friction Stir Welding (FSW) Baja St 37. *Rotasi*, 20(3), 184. <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.3.184-189>

DwiSetyawan, Fatkur Rhoiman, Am. Mufarrih. (2018) Pengaruh proses perlakuan panas terhadap penggunaan media pendingin terhadap kekuatan tarik material ST-41. *Jurnal Mesin*, 1(Juni 2018)10-18

Triwibowo, N. A., & Supriatna, E. (2019). THE Effects of Electrode Movements on Smaw Welding to The Quality of ST-37 Steel Welds. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 5, 5966. <https://doi.org/10.28989/senatik.v5i0.368>

Wijoyo, W., & Aji, B. K. (2015). Kajian Kekerasan Dan Struktur Mikro Sambungan Las Gmaw Baja Karbon Tinggi Dengan Variasi Masukan Arus Listrik. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 6(2), 243. <https://doi.org/10.24176/simet.v6i2.459>