

ANALISIS KEKUATAN TARIK PADA BAJA KARBON 1.0038 AKIBAT PERBEDAAN AYUNAN ELEKTRODA PENGELASAN SMAW

ANALYSIS OF TENSILE STRENGTH IN CARBON STEEL 1.0038 DUE TO DIFFERENCES IN THE SWING OF THE SMAW WELDING ELECTRODES

Peri Irawan¹, Jasman², Delima Yanti³ & Bulkia Rahim⁴
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

periirawan097@gmail.com

jasmanmesin@yahoo.co.id

delimayanti@yahoo.com

bulkiarahim@rocketmail.com

Abstrak

Kekuatan sambungan hasil pengelasan dipengaruhi oleh beberapa *factor* salah satunya adalah ayunan elektroda. Ayunan elektroda memiliki fungsi yang sama yaitu untuk menyambungkan kedua sisi baja dengan diberi penetrasi disaat elektroda mencair, tetapi setiap ayunan elektroda memiliki kekuatan sambungan yang berbeda. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi ayunan terhadap sambungan las SMAW pada baja 1.0038. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan jenis sambungan kampuh V, Variasi ayunan yang digunakan yaitu ayunan *spiral*, segitiga, dan zig zag. Spesimen yang digunakan adalah plat baja 1.0038 dengan ketebalan 8 mm serta menggunakan elektroda E7018 diameter 3,2 mm. Arus yang digunakan yaitu 80 A dalam pengelasan *filler* dan *capping*, 60 A untuk pembuatan *root*. Hasil penelitian ini adalah spesimen kontrol memiliki hasil rata-rata tegangan 446,2 N/Mm², regangan 32 %, modulus elastisitas 1,40 Kn/Mm², baja dengan ayunan spiral memiliki hasil 438,9 N/Mm², 28,06 %, 1,57 Kn/Mm², ayunan segitiga 441,73 N/Mm², 26,93 %, 1,64 Kn/Mm², ayunan zig zag 444,4 N/Mm², 27,3 %, 1,63 Kn/Mm². Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Proses pengelasan menggunakan ayunan elektroda *spiral*, segitiga, zig zag 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 ayunan elektroda yang paling sesuai untuk proses pengelasan plat dengan ketebalan material 8 mm adalah dengan menggunakan ayunan zig zag.

Kata Kunci : Analisa Uji Tarik, Baja Karbon Rendah, Pengelasan SMAW, Kampuh V, Ayunan Elektroda

Abstract

The strength of the welded joint is influenced by several factors, one of which is the electrode swing. The electrode swing has the same function, namely to connect the two sides of the steel by being penetrated when the electrode melts, but each electrode swing has a different connection strength. The purpose of this study was to determine the effect of swing variations on SMAW welding joints in steel 1.0038. The method used in this research is the experimental method. This research uses the type of seam connection V, the variations of the swing used are swings spiral, triangle, and zig zag. Specimens used is a plate steel 1,0038 with a thickness of 8 mm and using electrode E7018 diameter of 3.2 mm. The current used is 80 A for welding filler and capping, 60 A for making root. The results of this study are the control specimens have an average stress yield of 446.2 N / Mm², strain 32%, modulus of elasticity 1.40 Kn / Mm², steel with spiral swing has a yield of 438.9 N / Mm², 28.06%, 1.57 Kn / Mm², triangle swing 441.73 N / Mm², 26.93%, 1.64 Kn / Mm², zig zag swing 444.4 N / Mm², 27.3%, 1.63 Kn / Mm². The conclusion in this research is that the welding process using a swing of spiral, triangular, zig zag electrodes 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 an even tensile strength. This indicates that the most suitable electrode swing for the plate welding process with a material thickness of 8 mm is to use a zig zag swing.

Keywords : Analysis of Pull Testing, Low Carbon Fertilizer, SMAW Classification, Kampuh V, Electrode Swing

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).

Kualitas sambungan dapat diperoleh dengan cara memperhatikan 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 tinggi, maka kecepatan pencairan logam yang menghasilkan butiran percikan kecil, jika arus semakin rendah, maka pencairan logam dari ujung elektroda pada busur listrik menjadi tidak beraturan karena laju pematatan 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 memiliki 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

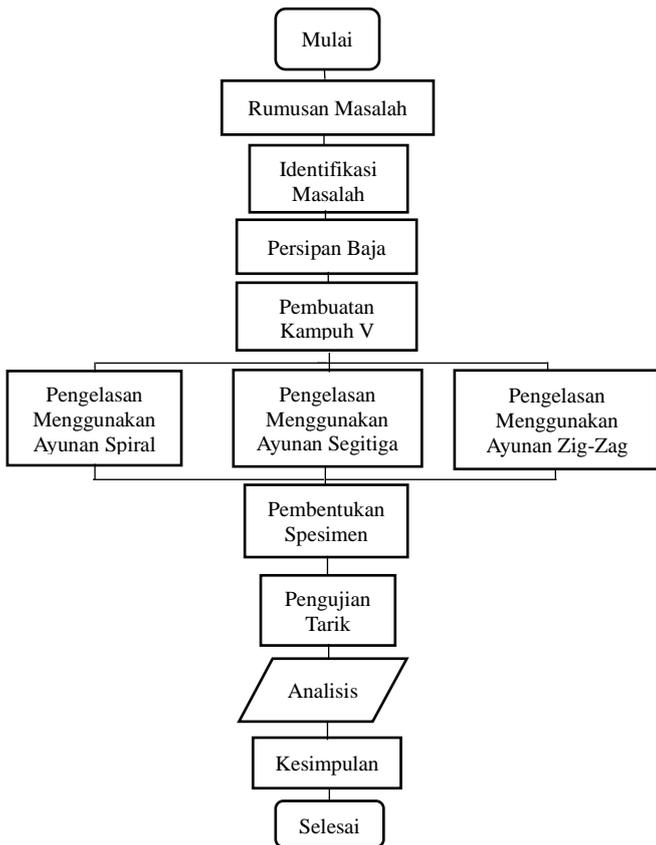
Ahmad Soleh, Helmy Purwanto, 2017). Waktu Pengelasan menghasilkan panas pada daerah tertentu akan berdampak terhadap metalurgi, deformasi serta tegangan *Thermal* (Julisman, 2015).

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, pengujian tarik dilakukan dengan jalan memberikan beban tarik pada batang uji secara perlahan dengan mengukur batas mulur, kekuatan tarik, perpanjangan, 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 eksperimen adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. Objek penelitian yang akan diteliti adalah baja Karbon 1.0038 dengan ketebalan 8 mm hasil dari pengelasan SMAW menggunakan elektroda merek E7018 dengan diameter 3,2 mm Sambungan yang digunakan adalah sambungan kampuh V terbuka yang di las dengan tiga variasi ayunan yaitu, spiral, segitiga, zig zag. Arus yang digunakan dalam pengelasan yaitu ada dua jenis, pertama arus 60 A dipakai dalam pembuatan *root*, tujuannya yaitu agar pada proses pengelasan *root* tidak mengalami cacat kedua arus 80 A digunakan dalam pembuatan *filler* dan *capping*. Masing-masing variasi ayunan memiliki tiga buah spesimen yang di uji tarik menggunakan Universal Testing Machine. Putusnya benda penelitian juga menggambarkan bagus atau tidaknya pengelasan, apabila benda mengalami putus pada bagian penyambungan diketahui bahwa sambungan yang dibentuk mengalami cacat las, ini menyimpulkan bahwa putusnya benda penelitian harus terjadi di lokasi selain sambungan Variabel terikat dari penelitian ini adalah baja karbon 1.0038, kuat arus, elektroda, jenis sambungan Variable bebas yaitu ayunan elektroda.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

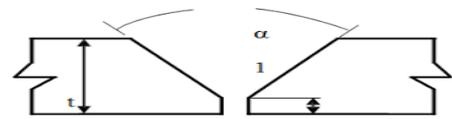
Variabel penelitian dapat membedakan atau membawa variasi pada suatu nilai tertentu. Ada dua jenis variabel yang diuji dalam penelitian ini yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel independen yaitu variabel yang menjadi sebab terjadinya atau terpengaruhnya variabel terikat variabel independen yang dipakai dalam penelitian ini adalah baja yang digunakan yaitu baja karbon 1.0038. Baja karbon yang memiliki kandungan besi dan karbon dengan kandungan karbon kecil dari 0,3%. Dapat dilihat table dibawah ini:

Tabel 1. Lembar Data Baja St37

Country (Region)	Standard	Steel						Thickness (d) (mm)	Method of deoxidation		
		Grade (Steel number)	C	Mn	P	S	N			Cu	
Germany	17100:	St37-2 (1.0037)	0.17	0.20	0.050	0.050	0.009	≤ 16	Optional		
		USt37-2 (1.0036)	0.17	0.20	0.050	0.050	0.007	≤ 16			
	1980:	RSt37-2 (1.0038)	0.17	0.20	0.050	0.050	0.009	≤ 40	Killed		
		St37-3 (1.0116)	0.17	0.20	0.040	0.040	-	> 40			
	European Union	EN 10025:	S235JR (1.0037)	0.17	0.20	1.40	0.045	0.045	0.009	≤ 16	Optional
EN 10025-2:			S235JR (1.0038)	0.17	0.20	1.40	0.035	0.035	0.012	0.55	
2004		EN 10025-2:	S235JR (1.0038)	0.17	0.20	1.40	0.035	0.035	0.012	0.55	Killed
		EN 10025-2:	S235JR (1.0038)	0.17	0.20	1.40	0.035	0.035	0.012	0.55	

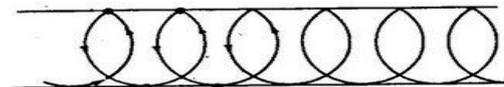
Sumber: DIN 17100 dan DIN EN 10025: 1993.

Arus pengelasan adalah merupakan salah satu variable terikat pada penilaian ini dikarenakan arus yang digunakan konstan terhadap semua spesimen yaitu pada pengelasan root dasar arusnya sebesar 60 dan pengelasan filler dan keeping menggunakan arus 80. Selanjutnya Elektroda dibedakan menjadi dua macam berdasarkan selaput pelindungnya, yaitu elektroda polos dan elektroda berselaput. Elektroda berselaput terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda E7018 dan digunakan pada setiap spesimen sehingga elektroda las merupakan variable terikat. Sambungan las yang akan 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)

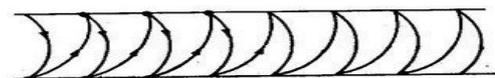


Gambar 2. Kampuh V

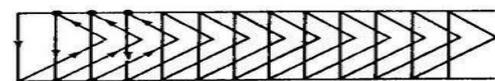
Sambungan kampuh V diatas menggambarkan bentuk benda kerja yang akan menjalani proses pengelasan. Lasan alur dipakai pada pengelasan terbagi pada tiga bagian yaitu lasan penetrasi penuh tanpa plat penahan, lasan penetrasi penuh dengan plat penahan, lasan penetrasi sebagian. Oleh karena itu dalam proses pengelasan pemilihan jenis sambungan sangat penting dan harus dipilih berdasarkan kebutuhan dan kegunaan. Variabel dependen adalah variabel terikat yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah Variabel Bebas yaitu Ayunan Elektroda, Ayunan elektroda merupakan variable bebas pada penelitian ini. pada penelitian ini digunakan tiga jenis ayunan, yaitu ayunan spiral, ayunan segitiga, ayunan zig zag. Setiap ayunan memiliki tiga spesimen uji dengan tujuan untuk menghindari terjadinya fluk dalam proses pengelasan yang akan mengakibatkan hasil uji Tarik yang jauh berbeda. Variasi ayunan elektroda yang digunakan dalam penilaian ini, yaitu:



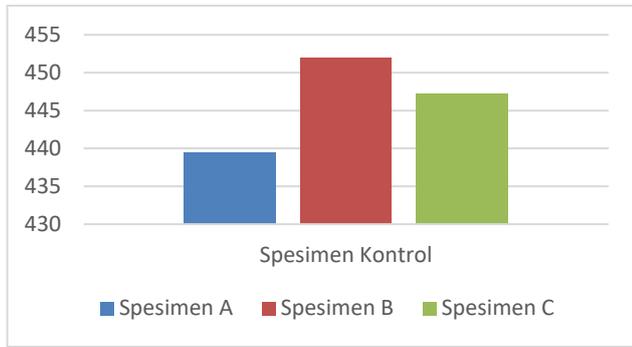
Gambar 3. Ayunan Elektroda Spiral



Gambar 4. Ayunan Elektroda Zig-Zag



Gambar 5. Ayunan Elektroda Segitiga



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Kontrol

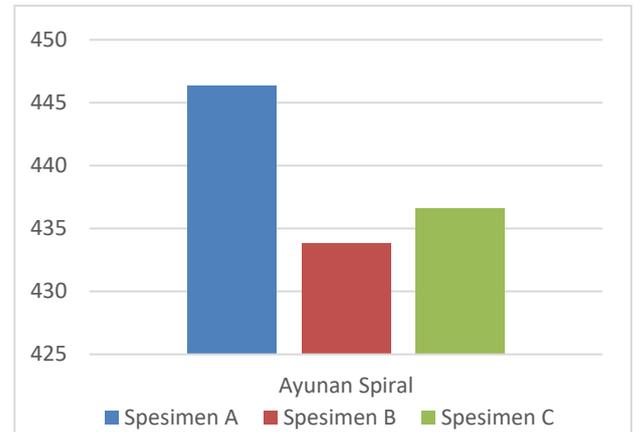
Hasil pengujian tarik spesimen kontrol diatas menjelaskan bahwa Spesimen A memiliki nilai uji tarik yang paling rendah dan spesimen B memiliki nilai yang paling tinggi, akan tetapi nilai ke tiga spesimen ini tidak jauh berbeda yaitu spesimen A memiliki nilai yaitu 439,4 N/mm², spesimen B 452 N/mm²,Spesimen C 447,2 N/mm².

B. Spesimen Uji Tarik dengan Ayunan Spiral

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. Setelah dilakukan uji tarik dilakukan perhitungan menggunakan rumus, hasil dari uji tarik ayunan spiral merupakan yang paling rendah dari kedua jenis ayunan dala penelitian akan tetapi Hasil tersebut tidak jauh berbeda hal itu menandakan bahwa ayunan spiral juga layak digunakan dalam sambungan. Setelah melakukan perhitungan uji tarik dilampirkan pada tabel dibawah ini

Table 2. Hasil Pengujian Tarik Ayunan Spiral

KodeSampel	Type /Merek Sampel	Ukuran	Ao=TL(Mm)	Fy(Kn)	Fm(Kn)	L	Δl (Mm)	ε	σ	E
Spiral										
1	ST 37	8	12,5	23,4	44,6	50	15,4	30,8	446,4	1,45
2	ST 37	8	12,5	24,90	40,38	50	12,7	25,4	433,8	1,70
3	ST 37	8	12,5	25,58	43,66	50	14	28	436,6	1,56
									Rata Rata	1,57
										438,9
										28,06
										14,03



Gambar 9. Grafik Pengujian Tarik Spiral

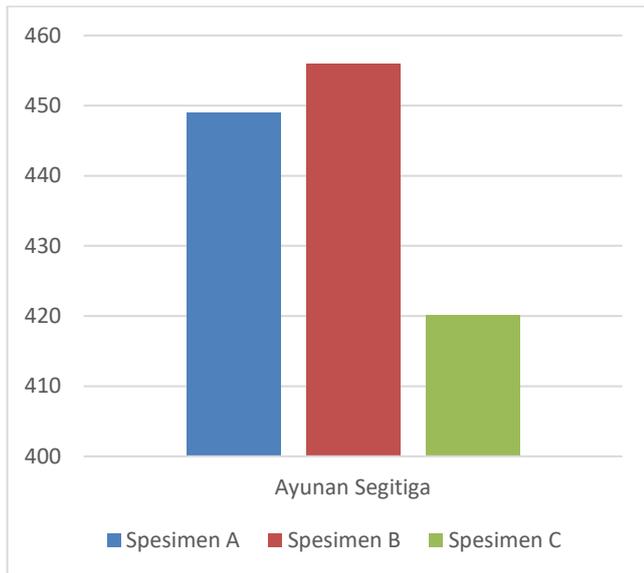
Hasil pengujian tarik didapatkan rata-rata kekuatan tarik hasil pengujian dengan ayunan spiral yaitu 438,9 N/mm² . Nilai tersebut merupakan nilai yang paling rendah dari antara semua spesimen pengujian yang telah dilakukan pengelasan. Karena pada saat proses pengelasan ayunan spiral mengalami pencairan logam las yang kurang bagus dalam melakukan pengikatan antara kedua sisi benda kerja.

C. Spesimen Uji Tarik Menggunakan Ayunan Segitiga

Tampilan pada table 3 Spesimen ini juga mendapat perlakuan yang sama dengan spesimen lainnya, hanya yang dibedakan yaitu jenis ayunan yang digunakan, pada spesimen ini memiliki benda pengujian sebanyak 3 kali pengujian.

Table 3. Hasil Pengujian Tarik Ayunan Segitiga

Kode Sampel	Type /Merek Sampel	T(Mm)	LMm)	Ao=TL(Mm)	Fy(Kn)	Fm(Kn)	L0(NMm)	Δl (Mm)	%	(N/Mm ²)	(Kn/Mm ²)
Segitiga											
Spec 1	ST 37	8	12,5	100	30,10	44,90	50	12,7	25,04	449	1,76
Spec 2	ST 37	8	12,5	100	31,36	43,38	50	14,05	28,1	456	1,62
Spec 3	ST 37	8	12,5	100	27,94	43,66	50	13,65	27,3	420,2	1,54
										Rata Rata	1,64
											441,73
											26,93
											13,47



Gambar 10. Grafik Hasil Ayunan Segitiga

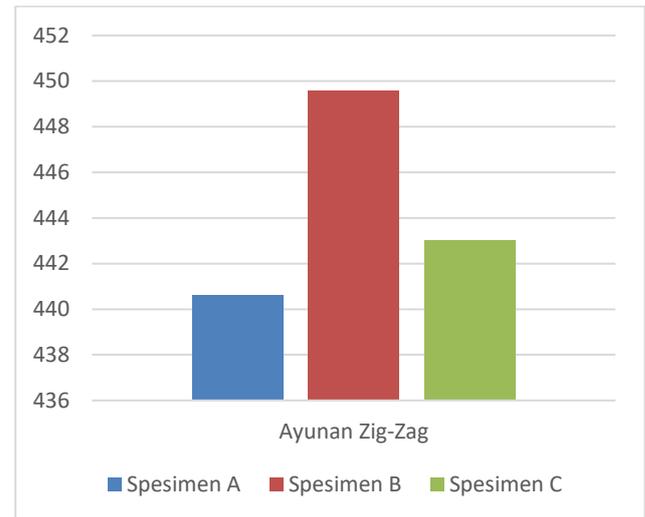
Hasil grafik ayunan segitiga pada gambar 10 dapat disimpulkan bahwa spesimen C nilainya jauh berbeda dengan spesimen lain, diketahui bahwa ketiga spesimen ini mendapatkan perlakuan yang sama. Spesimen C dapat dianggap adanya cacat las, sehingga dapat mengakibatkan kurang kuat sambungan pengelasan.

D. Spesimen Uji Tarik dengan Ayunan Zig-Zag

Spesimen ini dilakukan proses pengelasan SMAW dengan variasi ayunan zig zag yang dilakukan kepada 3 buah spesimen. Selanjutnya setelah pengelasan spesimen akan dibentuk sesuai dengan bentuk spesimen pengujian tarik dan kemudian dilakukan pengujian tarik. Hasil uji tarik dilampirkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil pengujian Tarik Ayunan Zig Zag

Kode Sampel	Tipe / Merek Sampel	Ao=TL(Mm)	L(Mm)	T(Mm)	Fy(Kn)	Fm(Kn)	L0(Mm)	Δl(Mm)	%	(N/Mm ²)	(Kn/Mm ²)
Spec 1	ST 37	100	12,5	8	30,18	44,06	50	12,3	24,6	440,6	1,79
Spec 2	ST 37	100	12,5	8	29,88	44,96	50	15,1	30,2	449,6	1,48
Spec 3	ST 37	100	12,5	8	30,38	44,30	50	13,55	27,1	443	1,63
Rata Rata											1,63
											444,4
											27,3



Gambar 11. Grafik Ayunan Zig Zag

Uji tarik ayunan zig zag berdasarkan grafik diatas disimpulkan bahwa spesimen B memiliki nilai yang paling tinggi dan Speimen A yang paling rendah Akan tetapi dari setiap spesimen penelitian spesimen yang mendapatkan perlakuan ayunan zig zag lah yang memiliki nilai kekuatan Tarik yang paling tinggi.

E. Kesimpulan

Analisa dan pembahasan dari data yang telah didapat saat pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa. Proses pengelasan dengan menggunakan ayunan elektroda spiral, segitiga, zig zag, 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 merata. Pengelasan menggunakan ayunan elektroda spiral menghasilkan kekuatan Tarik yang paling rendah sebesar 438,9 /. Pengelasan dengan menggunakan ayunan elektrodazig-zag menghasilkan nilai kekuatan tarik yang paling tinggi dari seluruh spesimen pengujian yang diberi perlakuan pengelasan yaitu sebesar 444,4 /. hasil pengelasan yang dihasilkannya sudah bagus untuk proses pengisian dan penembusan. Sehingga hal ini menandakan bahwa ayunan elektroda yang paling sesuai untuk proses pengelasan plat dengan ketebalan material 8 mm adalah dengan menggunakan ayunan zig zag.

Referensi

- Afan, M. Bin, Purwantono, P., Mulianti, 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*. 3(2), 43–49.
- 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.
- 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), 113–120. <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), 24–31. <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), 1–6. <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, & Parenden, D. (2020). Analysis of Resistance of Materials That Have Las Connection in St 37 Steels. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3), 1–9. <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>
- 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, 59–66. <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>