

Sifat Mekanik pada sambungan Las Dissimilar SMAW antara Baja St 42 dan SS AISI 304.

Osmar Buntu Lobo^{1,a}

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Fakfak, Jl. Imam Bonjol Atas, Air Merah, Wagon, Fakfak, 98612, Indonesia

^a buntulobo.osmar@gmail.com

Abstract—This study discusses the mechanical properties of the results of dissimilar welding Steel St 42 and SS AISI 304. There are three tests conducted in this study to determine the mechanical properties of the results of the joint, namely; hardness test, tensile test and flexural test. Steel and Stainless Steel are joined using the SMAW method with E 7018 and E 308-16 Ø 2.6 mm electrodes. The two main ingredients in this test are in the form of 10mm plates. At both welding joining points, the first process is improved to make a single V seam. Test specimens are made using a machine that is suitable for the type of test to be applied. All specimens are made of 5 samples so that the results of mechanical testing are accurate. Mechanical test results demonstrate the good quality of the weld joint for E 7018 electrodes at 80A currents while at E 308 electrodes at 70 A currents. Each electrode binds very well according to the material being made. From these two connections we get the best mechanical properties for different connections of E 308 electrodes with a current of 75 A.

Keywords—component; formatting; style; styling; insert
(at least 3 key words) (Font 9)

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik pada hasil sambungan las dissimilar antara Baja St 42 dan SS 304. Terdapat tiga pengujian yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui sifat mekanik dari hasil sambungan tersebut, yaitu; uji kekerasan, uji tarik dan uji lentur. Baja dan SS disambung menggunakan metode SMAW dengan elektroda E 7018 dan E 308-16 Ø 2,6 mm. Kedua material utama dalam pengujian ini dalam bentuk pelat setebal 10mm. Pada kedua titik kontak las terlebih dahulu mengalami proses pengerjaan untuk membuat kampuh V tunggal. Spesimen uji dibuat menggunakan mesin CNC sesuai dengan jenis pengujian yang akan diterapkan. Semua spesimen dibuat 5 sampel agar hasil pengujian mekanik akurat. Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa kualitas sambungan las yang baik untuk elektroda E 7018 pada arus 80A sedangkan pada elektroda E 308 pada arus 70 A. Masing-masing elektroda mengikat sangat erat sesuai pada bahan dasarnya. Dari kedua sambungan tersebut diperoleh kesimpulan bahwa sifat mekanik yang paling baik untuk sambungan dissimilar adalah elektroda E 308 dengan arus 75 A.

Kata Kunci—Dissimilar; SMAW; Sifat mekanik

I. Pendahuluan

Diera modern seperti sekarang ini pengelasan merupakan salah satu bagian proses produksi baik dibidang konstruksi maupun permesinan yang tidak dapat di pisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan merupakan salah satu proses yang paling penting dalam industri fabrikasi dan konstruksi baja [1]. Pengelasan merupakan salah satu jenis sambungan yang bersifat permanen, sehingga apabila sambungan las tersebut kurang maksimal maka akan sangat membahayakan dari suatu konstruksi [2]. Pengelasan dissimilar sangat dibutuhkan pada industri pembangkit energi [3] karena pada industri tersebut banyak dibutuhkan penyambungan logam yang tidak sejenis. Pengelasan dissimilar sering menimbulkan masalah pada proses pengelasannya, karena sifat dan karakteristik bahan yang di las berbeda sehingga material sulit untuk tersambung secara sempurna.

Penelitian tentang pengelasan dissimilar terhadap AA 6063 dan AA 5083 yang dilakukan oleh Khoirofik 2015 [4] menjelaskan bahwa arus pada proses pengelasan GMAW sangat berpengaruh pada hasil pengujian. Pengujian yang maksud meliputi uji makro etsa, uji kekerasan, uji ketangguhan, dan uji tarik. Harsono 2011 [5] juga melakukan penelitian uji mekanik yang diterapkan pada sambungan las dissimilar GTAW antara SS AISI 316L dengan St 37 dengan filler metal TGS 309. Hasil penelitian menuturkan bahwa 120 A adalah arus yang tepat untuk pengelasan pada material yang tebalnya mencapai 6 mm.

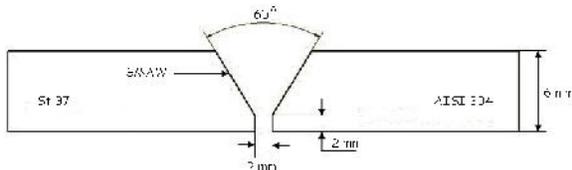
Mechanical properties atau sifat mekanik suatu material ditentukan oleh struktur material [6] yang akan disesuaikan dengan aplikasi material tersebut. dan salah satu penentu struktur material adalah proses pengelasan. Mengingat begitu pentingnya

untuk mengetahui kemampuan suatu material sebelum digunakan maka penulis melakukan pengujian mekanik yang menyangkut pengelasan dissimilar pada sambungan SMAW yang merupakan proses pengelasan yang paling populer sampai saat ini.

II. Metode Penelitian

A. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dimana dilakukan penyambungan dua buah logam yang tidak sejenis dengan menggunakan mesin las SMAW. Alasan menggunakan mesin jenis ini karena pengelasan SMAW sangat populer digunakan dikalangan industri kecil kebawah. Pengujian mekanik selanjutnya dilakukan pada sambungan tersebut untuk mengetahui sifat mekanik pada pengelasan dissimilar SMAW. Pengujian mekanik juga merupakan pengujian yang relatif mudah dan murah untuk dilakukan. Pemilihan baja St 42 dan SS AISI 304 sebagai bahan utama penelitian karena kedua material tersebut merupakan material yang banyak terdapat di pasaran dan sering digunakan. Sebelum melakukan pengelasan kedua material mengalami proses permesinan untuk membentuk kampuh V tunggal yang berfungsi untuk menunjang proses pengelasan. Berikut adalah gambar spesimen yang akan dibuat sebelum dilakukan pengujian.



Gambar 1. Material sebelum dilakukan pengelasan.

Selanjutnya dilakukan proses pengelasan SMAW terhadap kedua material. Proses pengelasan berlangsung berdasarkan standar pengelasan yang telah ditentukan sebelumnya menurut WPS. Pengelasan dilakukan dengan dua jenis elektroda yaitu E 7018 dan E 308. Variasi arus juga dilakukan pada penelitian ini, dimulai dari 70 A, 80 A dan 100 A. Material yang telah tersambung kemudian dibentuk pada mesin CNC sesuai dengan spesimen uji mekanik yang ada. Pengujian mekanik yang dimaksud meliputi uji tarik, lentur dan kekerasan yang. Waktu penelitian berjalan sekitar satu bulan dan dilakukan pada Laboratorium Metrologi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Hal penting dalam melakukan pengelasan adalah parameter las. Parameter yang tepat akan menentukan baik buruknya hasil sambungan las. Semakin besar arus las yang di berikan maka makin dalam penetrasi logam las, memperlebar manic las dan memperlebar daerah HAZ. Arus pengelasan yang tinggi dapat mempengaruhi kecepatan pengelasan. Pada proses pencairan elektroda maka diperlukan energi panas yang cukup. Dengan demikian kecepatan pengelasan juga mempengaruhi bentuk manik las dan penetrasi logam las. Adapun energi panas atau masukan panas yang digunakan dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$HI (Heat Input) = \frac{Teg. Las \times Arus Las}{Kec. Pengelasan}$$

$$HI (Heat Input) = \frac{28 Volt \times 70 ampere}{2.326 mm / s}$$

$$= 0,9304 J/mm$$

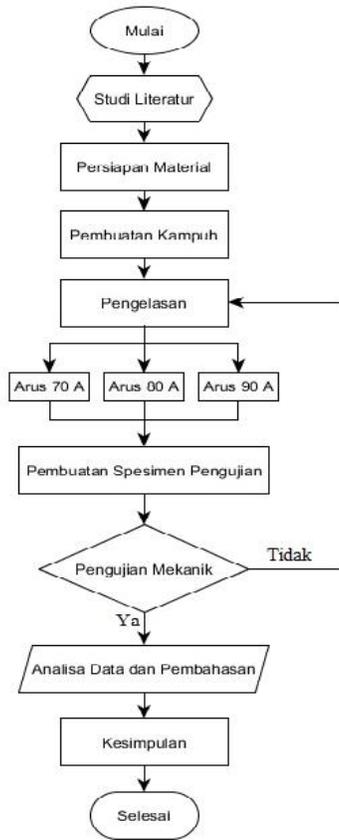
$$= 0,0009304 kJ/mm$$

Dengan menggunakan rumus perhitungan pada persamaan diatas, diperoleh selengkapnya data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter pengelasan

Elektroda	Laju Pengelasan (mm/s)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Masukan Kalor (J/mm)	Masukan Kalor (kJ/mm)
E 7018	2.326	28	70	0.9304	0.0009304
	1.98	28	80	0.6930	0.0006930
	2.174	28	90	0.6764	0.0006764
E 308	1.527	28	70	0.6108	0.0006108
	1.802	28	80	0.6307	0.0006307
	2.5	28	90	0.7778	0.0007778

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari masing-masing pengujian akan dibahas per-subab karena terdapat tiga pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

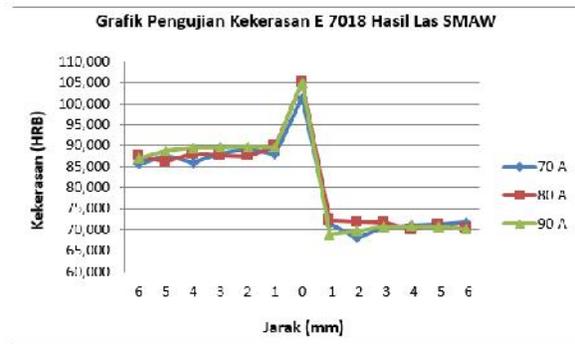
A. Uji Kekerasan

Metode yang digunakan untuk menguji kekerasan bahan spesimen yaitu metode Rockwell. Titik pengujian dimulai dari titik pusat spesimen yaitu logam las (*weld metal*) dan selanjutnya dipindahkan ke daerah *Heat Affected Zone (HAZ)* sisi kiri dan sisi kanan kemudian dilanjutkan pada logam induk spesimen seperti pada Gambar 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Kekerasan spesimen dengan menggunakan elektroda E 7018.

Jenis Bahan	Daerah las	Jarak dari titik 0	Kekerasan (HRB)		
			70 A	80 A	90 A
AISI 304	Logam Induk	6	85.600	87.533	86.967
		5	87.567	86.233	88.733
		4	85.933	88.033	89.467
	HAZ	3	88.067	87.633	89.533
		2	89.333	87.467	89.667
F 7018	Logam las	1	87.967	89.767	89.567
		0	101.344	105.144	105.089
St 37	HAZ	1	71.500	72.233	68.867
		-2	68.000	71.867	69.633
		-3	70.600	71.767	70.767
	Logam Induk	4	71.033	70.033	70.867
		-5	71.367	71.133	70.733
		-6	71.633	70.167	70.167

Tabel diatas memperlihatkan distribusi hasil uji kekerasan dengan variasi arus 70 A, 80 A dan 90 A dengan elektroda E7018. Pada tabel terlihat bahwa nilai kekerasan yang tertinggi berada pada logam las.



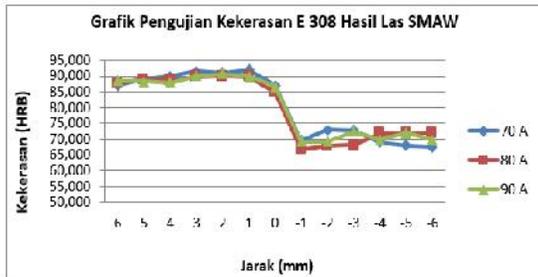
Gambar 3. Grafik Pengujian Kekerasan.

Berdasarkan Gambar 2 diatas, maka arus yang memiliki nilai kekerasan tertinggi berada pada Arus 90 A disusul oleh arus 80 A dan yang terakhir adalah 70 A.

Tabel 3. Data hasil uji kekerasan elektroda E 308.

Jenis Bahan	Daerah las	Jarak dari titik 0	Kekerasan (HRB)		
			70 A	80 A	90 A
AISI 304	Logam Induk	6	87.133	87.767	88.6
		5	89.1	88.933	88.1
		4	89.9	88.667	87.833
	HAZ	3	91.6	89.767	90.167
		2	91.133	90	90.8
F 308	Logam las	1	92.067	89.867	89.933
		0	87.078	81.8	86.778
St 37	HAZ	-1	69.600	66.733	69.2
		-2	73.033	67.8	69.333
		-3	72.767	68.2	72.167
	Logam Induk	4	68.933	71.8	69.7
		-5	68	72.233	72
		-6	67.533	72.067	69.7

Pada Tabel 3 diatas terlihat bahwa hasil uji kekerasan elektroda E 308 sangat berbeda jika dibandingkan pada hasil uji kekerasan pada elektroda E 7018 (Tabel 2). Tabel 3 ini memperlihatkan bahwa nilai kekerasan yng paling tinggi justru berada pada daerah HAZ.



Gambar 4. Grafik Pengujian Kekerasan Elektroda E 308.

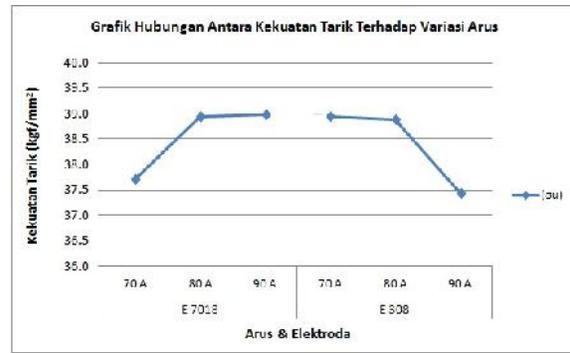
Berdasarkan Gambar 4 diatas nilai kekerasan yang tertinggi berada pada arus 70 A di daerah HAZ.

B. Uji Tarik

Tabel 4. Hasil Uji Tarik

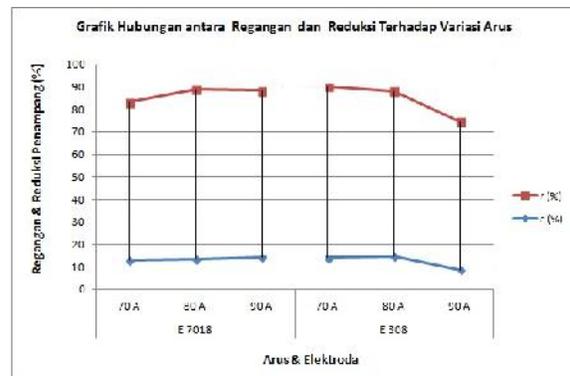
Elektrode	Arus & Spesimen	(σ_b) (Kg/mm ²)	(δ) (%)	(r) (%)	Type of Failure & location
E 7018	70 A (1)	38.934	16.1	75	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	70 A (2)	35.819	7.5	53.33	Patah Ulet & HAZ St 37
	70 A (5)	38.368	15.2	73.61	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	Rata-Rata	37.707	12.9	76.65	
	80 A (1)	39.076	13.5	77.08	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	80 A (2)	38.934	13.8	76.04	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	80 A (5)	38.793	13.2	73.61	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	Rata-Rata	38.934	13.5	75.59	
	90 A (1)	39.359	14.7	76.53	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	90 A (2)	38.651	14.1	71.88	Patah Ulet & Logam Induk St 37
90 A (5)	38.934	14.3	74.31	Patah Ulet & Logam Induk St 37	
Rata-Rata	38.981	14.4	74.17		
E 308	70 A (1)	38.934	13.2	72.92	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	70 A (2)	38.934	15.1	79	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	70 A (5)	38.934	13.3	77	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	Rata-Rata	38.934	14.0	76.31	
	80 A (1)	38.934	14.5	74.31	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	80 A (2)	39.076	13.9	76.36	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	80 A (5)	38.651	15.0	70.44	Patah Ulet & Logam Induk St 37
	Rata-Rata	38.887	14.5	73.704	
	90 A (1)	35.536	5.8	58.75	Patah Ulet & HAZ St 37
	90 A (2)	38.934	12.3	73.61	Patah Ulet & Logam Induk St 37
90 A (5)	37.802	7.4	65.78	Patah Ulet & HAZ St 37	
Rata-Rata	37.424	8.7	66.05		

Pada Tabel 4 dapat dilihat rata-rata nilai uji tarik yang tertinggi berada pada elektroda E 308 dengan parameter pengelasan 70 A.



Gambar 5. Grafik Kekuatan Tarik terhadap Variasi Arus.

Bentuk grafik pada Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimum pada elektroda E 7018 dengan parameter 90 A sedangkan elektroda E 308 70 A.



Gambar 6. Grafik Regangan dan Reduksi terhadap Variasi Arus.

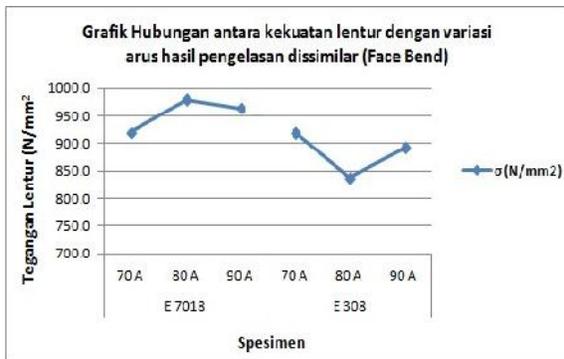
Gambar 6 diatas menunjukkan grafik regangan dan reduksi terhadap variasi arus. Nilai regangan tertinggi pada E 308 70 A begitu pula pada nilai reduksi yang tertinggi berda pada E 308 70 A.

C. Uji Tekuk

Tabel 5. Data Hasil Uji Tekuk Face Bend (FB).

Elektroda	Arus & Spesimen	Σ (N/mm ²)	Sisi Luar Lengkungan	Hasil
E 7018	70 A (1)	553.810	Tidak Retak	Baik
	70 A (2)	624.762	Tidak Retak	Baik
	70 A (3)	579.048	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	589.206		
	80 A (1)	640.000	Tidak Retak	Baik
	80 A (2)	624.762	Tidak Retak	Baik
	80 A (3)	617.143	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	627.302		
	90 A (1)	632.381	Tidak Retak	Baik
	90 A (2)	624.762	Tidak Retak	Baik
	90 A (3)	594.286	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	617.143		
E 308	70 A (1)	540.952	Tidak Retak	Baik
	70 A (2)	594.286	Tidak Retak	Baik
	70 A (3)	632.381	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	589.206		
	80 A (1)	548.571	Tidak Retak	Baik
	80 A (2)	548.571	Tidak Retak	Baik
	80 A (3)	510.476	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	535.873		
	90 A (1)	548.571	Tidak Retak	Baik
	90 A (2)	571.429	Tidak Retak	Baik
	90 A (3)	594.286	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	571.429		

Pada Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa semua hasil las berkualitas baik dan tidak terlihat retak pada sisi luar lengkungan.



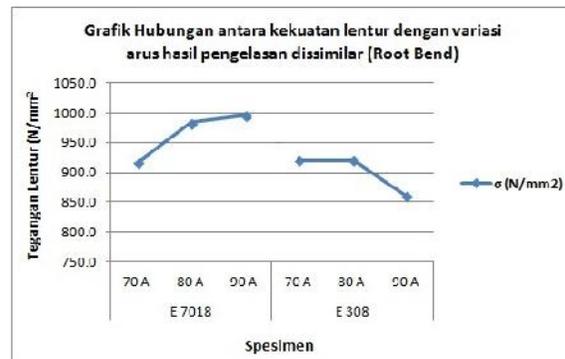
Gambar 7. Grafik Hubungan Kekuatan Lentur dengan Variasi Arus (FB).

Gambar 7 menunjukkan grafik pada hasil las FB kekuatan lentur yang paling tinggi pada E 7018 adalah 80 A berbeda dengan pada E 308 adalah 70 A.

Tabel 6. Data Hasil Uji Tekuk Root Bend (RB).

Elektroda	Arus & Spesimen	Σ (N/mm ²)	Sisi Luar Lengkungan	Hasil
E 7018	70 A (1)	571.429	Tidak Retak	Baik
	70 A (2)	571.429	Tidak Retak	Baik
	70 A (3)	617.143	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	586.667		
	80 A (1)	617.143	Tidak Retak	Baik
	80 A (2)	647.619	Tidak Retak	Baik
	80 A (3)	624.762	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	629.841		
	90 A (1)	632.381	Tidak Retak	Baik
	90 A (2)	632.381	Tidak Retak	Baik
	90 A (3)	647.619	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	637.460		
E 308	70 A (1)	594.286	Tidak Retak	Baik
	70 A (2)	586.667	Tidak Retak	Baik
	70 A (3)	546.571	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	589.206		
	80 A (1)	579.048	Tidak Retak	Baik
	80 A (2)	601.905	Tidak Retak	Baik
	80 A (3)	586.667	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	589.206		
	90 A (1)	579.048	Tidak Retak	Baik
	90 A (2)	502.857	Tidak Retak	Baik
	90 A (3)	571.429	Tidak Retak	Baik
	Rata-Rata	551.111		

Data pada Tabel 6 diatas adalah data pengujian tekuk pada RB. Semua hasil las juga terlihat baik dan tidak terdapat retak pada hasil las.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kekuatan Lentur dengan Variasi Arus Root Bend (RB).

Gambar 8 menunjukkan bahwa hubungan kekuatan lentur dengan variasi arus RB pada E 7018 memiliki nilai tertinggi pada parameter 90 A sedangkan pada E 308 memiliki nilai tertinggi pada parameter 70 A.

Hasil penelitian ini senada dengan penelitian Naharuddin 2015 [7]. Naharuddin meneliti mengenai kekuatan sambungan las baja SM490 dengan tebal 10mm. Proses pengelasan SAW menggunakan arus pengelasan 100 – 125 Amper dan SMAW 300 Amper. Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada metode pengelasan SMAW dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 666,05 MPa dibandingkan dengan metode pengelasan SAW sebesar 621,78 Mpa dan raw material sebesar 608,28 MPa. Kekuatan bending pada sambungan las SMAW sebesar 109,46 MPa lebih besar

dibandingkan dengan nilai kekuatan bending pada SAW sebesar 76,68 MPa, dan raw material atau tanpa pengelasan sebesar 68,28 MPa

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada sub bab V, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk elektroda E 7018 menunjukkan kualitas hasil pengelasan yang baik adalah arus 80 A dan 90 A. Arus 80 A dan 90 A memiliki nilai kekerasan yang besar dan memiliki distribusi kekerasan pada daerah HAZ (Heat Affected Zone) yang baik dimana kekerasan terbesar terdapat pada daerah logam las. Patahan yang terjadi pada logam induk St 37 ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik hasil pengelasan daerah logam las lebih besar dari pada kekuatan tarik logam induk St 37, prosentase reduksi penampang lebih besar dan tampak patah ulet/getas dan juga memiliki kekuatan lentur yang besar sehingga dapat menahan beban reaksi tumpuan yang lebih besar dan tidak terjadi retak pada logam las.
2. Untuk elektroda E 308 menunjukkan kualitas hasil pengelasan yang baik adalah arus 70 A. Arus 70 A memiliki nilai kekerasan yang besar dan memiliki distribusi kekerasan pada daerah HAZ (Heat Affected Zone) yang baik dimana kekerasan terbesar terdapat pada daerah HAZ AISI 304 dan logam las.
3. Patahan yang terjadi pada logam induk St 37, ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik hasil pengelasan daerah logam las lebih besar dari

pada kekuatan tarik logam induk St 37, prosentase reduksi penampang lebih besar dan tampak patah ulet/getas dan juga memiliki kekuatan lentur yang besar sehingga dapat menahan beban reaksi tumpuan yang lebih besar dan tidak terjadi retak pada logam las.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini terutama kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan pengujian di Laboratorium Metrologi. Selanjutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan penulis Herdianto Pagiu' yang membantu penulis dalam pengambilan data pengujian.

Daftar Pustaka

- [1] J. R. Davis, *Corrosion of Weldments*. Ohio: ASM International, 2006.
- [2] National Energy Board, "Stress Corrosion Cracking on Canadian Oil and Gas Pipelines." MH-2-95, NEB, Calgary, Alberta, Canada, 1996.
- [3] H. Tasalloti, P. Kah, and J. Martikainen, "Effects of welding wire and torch weaving on GMAW of S355MC and AISI 304L dissimilar welds," pp. 197–205, 2014.
- [4] I. Khoirofik, "Analisa Teknik Pengelasan Dissimilar Material antara AA 6063 dan AA 5083 ditinjau dari aspek Mekanik dan Metalurgi pada Bangunan Kapal," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [5] D. C. Harsono, "Mekanik pada Pengelasan Dissimilar antara Stainless Steel AISI 316L dan Baja Karbon Rendah ST 37 dengan Pengelasan GTAW," Universitas Jember, 2011.
- [6] J. Roesler, H. Harders, and M. Baeker, *Mechanical Behaviour of Engineering Materials*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- [7] Naharuddin, A. Sam, and C. Nugraha, "Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las pada Material Baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW," vol. 6, no. 1, pp. 550–555, 2015.