

Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Joint Alumunium Alloy 5083

Purbo Waseso¹⁾ Edi Riyanto¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia

Email : ed1_r@yahoo.com

Abstrak - Alumunium 5083 merupakan paduan alumunium dengan magnesium (Mg). Material aluminium 5083 mempunyai sifat tahan korosi terutama terhadap korosi air laut sehingga banyak digunakan sebagai material bangunan kapal. Metode pengujian yang di gunakan adalah metode *tensile test*, *bend test* dan tes makro etsa dengan mengikuti standart spesimen BKI Vol. VI 2014 dan di las dengan metode las GMAW dimana elektroda pengelasan menggunakan AWS ER5356 dengan posisi 1G sambungan *single-v butt joint* 60°. Pada hasil pengujian tarik dan tekuk diantaranya yang memiliki nilai kuat tarik tertinggi adalah pada ampere 160 dengan hasil rata – rata kuat tarik 28,59 kgf/mm² dan untuk nilai kuat tarik terendah pada ampere 180 dengan hasil rata – rata kuat tarik 20,46 kgf/mm². Sedangkan untuk uji tekuk pada 150 A dan 160 A memenuhi *accepted criteria*. Sedangkan untuk 170 A dan 180 A dengan hasil reject. Sedangkan untuk hasil uji pada *macro etching* lebar terbesar pada area HAZ (*Heat Affective Zone*) terjadi pada ampere 180 yaitu 1,8 mm dan lebar terkecil 1 mm pada ampere 150. Kemudian untuk nilai rata – rata *Heat Input* terbesar pada ampere 180 dengan nilai 1,97 (KJ/mm) dan nilai terkecilnya ialah 1,43 (KJ/mm) pada 150 Ampere.

Kata kunci : *Alumunium 5083, Tensile Test, Las GMAW, Uji Tarik, Uji Tekuk*

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan [*Material and Mechanical Design, Handbook Third Edition*] aluminium adalah logam yang paling melimpah dan unsur kimia yang paling berlimpah ketiga di kerak bumi, yang terdiri lebih dari 8% dari berat. Hanya oksigen dan silikon yang lebih umum. Namun, sampai sekitar 150 tahun yang lalu aluminium dalam bentuk logam yang tidak diketahui manusia. Alasan untuk ini adalah bahwa aluminium, seperti besi atau tembaga, tidak ada sebagai logam di alam. Karena aktivitas kimianya dan afinitas untuk oksigen, aluminium selalu ditemukan dikombinasikan dengan unsur-unsur lain, terutama aluminium oksida.

Berdasarkan [*Handbook AWS D1.2, Structural Welding Code Aluminum., 1997*] Salah satu pepaduan aluminium adalah pada seri 5083. Aluminium seri 5083 merupakan aluminium paduan yang paling banyak digunakan di dunia perkapalan. AA 5083 merupakan paduan aluminium yang memiliki sifat tidak dapat diperlakukan, tetapi memiliki sifat yang baik dalam segi kekuatan dan daya tahan korosi terutama korosi oleh air laut serta sifat mampu las yang sangat baik

Selain itu, dalam pemilihan kawat las aluminium dengan klasifikasi ER5356 yang memiliki 5 %

Magnesium, yang mana ketidakstabilan pada ruang suhu pengelasan, dan untuk itu lebih banyak digunakan untuk tujuan pengelasan pada umumnya. Produk kawat las dengan klasifikasi ER5356 ini menghasilkan logam las dengan tingkat keuletan cukup stabil. Kawat las ER5356 dapat juga di gunakan pada material paduan aluminium seri 6XXX, paduan aluminium seri 5XXX (hingga 4,5% - 5,5% Magnesium), dan 3XXX [*ESAB, Welding Filler Metal Handbook., Global 2016*]

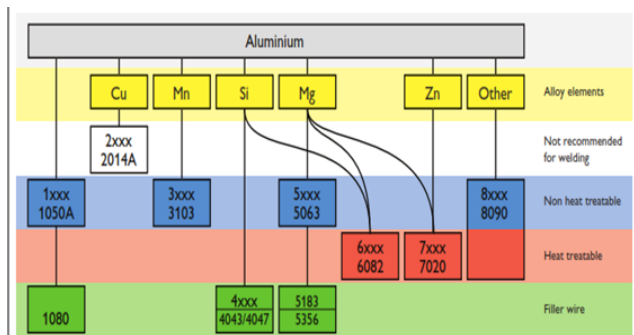
Dalam proses pengelasan, kuat arus merupakan proses penting dalam menentukan kualitas hasil pengelasan. Adapun pengaruh arus pengelasan yang terlalu tinggi yaitu kemungkinan terjadinya lubang cacang dan retak yang tinggi dan apabila arus yang terlalu rendah akan mengakibatkan kurangnya penembusan dan kemungkinan terak terperangkap tinggi [*Jokosisworo, S., 2009*]. Oleh karena itu perlu adanya pemilihan arus yang baik untuk hasil pengelasan yang maksimal. Variasi kuat arus pada proses pengelasan merupakan salah satu faktor penentu untuk mendapatkan kualitas hasil las yang memenuhi persyaratan. Pengaruh kuat arus dari variasi arus 150A, 160A, 170A dan 180A, pada proses las GMAW akan dilakukan dengan harapan mendapatkan hasil yang terbaik. Penelitian ini akan melakukan kajian sifat-sifat

mekanik (Kekuatan Tarik dan Uji Tekan). Kajian dan pengamatan dari hasil proses las GMAW dengan bahan ketebalan yang sama tersebut, diharapkan menghasilkan solusi yang bisa dijadikan parameter yang sesuai [Riswanda, 2012]

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan merupakan faktor penting dalam penyambungan antar logam dikapal. Hal ini karena kapal selain berada pada media cair yang selalumendapat gaya – gaya hidrostatis gelombang air dari luar badan kapal juga mendapatkan beban berat sehingga kapal sebagai sarana pengangkutan perlu mendapatkan perhatian khusus tentang kekuatan dan faktor keselamatannya. proses pengelasan adalah salah satu proses teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu [Wirjosumarto, Hdan Okumura,Thoshie, 2000].

Berikut adalah gambar skema aluminium dan paduannya berdasarkan sumber [Welding Consumable – Aluminum Handbook, 2007]



Gambar 1 Skema Aluminium dan Paduannya

Jenis paduan Al – Mg termasuk jenis yang tidak dapat diberlakukan pemanasan, tetapi memiliki sifat yang baik dalam daya tahan korosi terutama korosi oleh air laut, sifat mampu las. Al-Mg banyak dipakai untuk konstruksi umum termasuk konstruksi kapal. Aluminium paduan seri 5083 merupakan aluminium paduan Al-Mg yang mempunyai kekuatan tarik tinggi, ketahanan korosi yang baik, mampu bentuk yang baik serta mempunyai sifat mampu las. Paduan tempa ini menawarkan kekuatan tertinggi diantara paduan non heat treatable lain karena rata - rata mengandung 4.5%Mg, 0.7%Mn, dan 0.13%Cr. Aluminium 5083 dikenal karena kinerja yang luar biasa di lingkungan

yang ekstrim. Al5083 sangat tahan terhadap serangan baik air laut dan lingkungan kimia industri. Aluminium 5083 juga mempertahankan kekuatan yang luar biasa setelah pengelasan [Data Sheet, Austral Wright Metal - Aluminum Alloy, January 2005]

Berdasarkan sifat mampu lasnya, aluminium dan paduannya dapat dibagi dalam lima kelompok, yaitu:

1. Jenis aluminium murni teknik dan jenis paduan Al-Mn
2. Jenis paduan Al-Mg
3. Jenis paduan Al-Zn-Mg
4. Jenis paduan AL-Mg-Si
5. Jenis paduan Al-Cu dan paduan Al-Zn.

Logam dalam kelompok (1) dan (2) keduanya mempunyai sifat mampu las yang baik, sedangkan untuk yang kelompok (5) hampir tidak mungkin untuk dilas. Kelompok (3) dan (4) dapat dilas dengan baik bila diikuti dengan proses perlakuan panas kembali. Kelompok (3) lebih baik dari kelompok (1) karena dengan pengerasan alamiah. [Lawrence H. Van Vlack, 1989].

Menurut [Handbook Material Science and Engineering, 2004] Pengujian tarik yang dilakukan pada suatu material padatan (logam dan nonlogam) dapat memberikan keterangan yang relatif lengkap mengenai perilaku material tersebut terhadap pembebanan mekanis. Informasi penting yang bias didapat adalah:

1. Pada pengujian tarik specimen diberi beban uji aksial yang semakin besar secara kontinyu. Sebagai akibat pembebanan aksial tersebut, spesimen mengalami perubahan panjang. Perubahan beban (P) dan perubahan panjang (ΔL) tercatat pada mesin uji tarik berupa grafik, yang merupakan fungsi beban dan pertambahan panjang dan disebut sebagai grafik P - Δl dan kemudian dijadikan grafik Stress Strain (Grafik $\sigma - \epsilon$) yang menggambarkan sifat bahan secara umum.
2. Berdasarkan asumsi luas penampang konstan tersebut maka dipergunakan hukum hooke yang melibatkan persamaan stress, strain dan modulus elastisitas

Uji lengkung (*bend test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun HAZ. Dalam pemberian beban dan penentuan

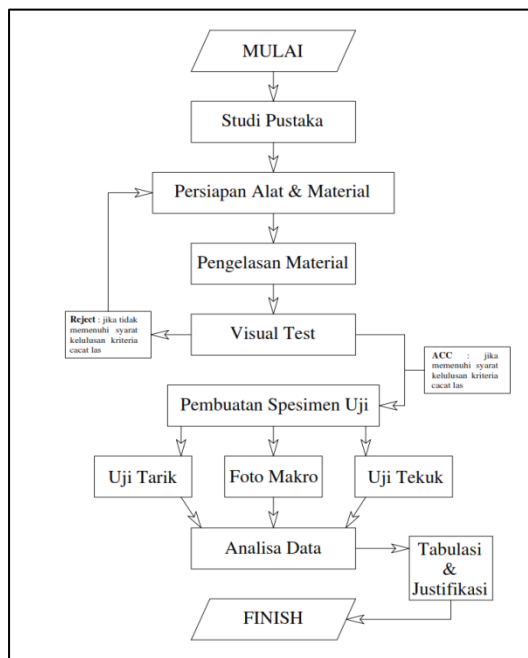
dimensi mandrel ada beberapa factor yang harus diperhatikan, yaitu Kekuatan tarik (*Tensile Strength*), Komposisi kimia dan struktur mikro terutama kandungan Mn dan C serta tegangan luluh (*yield*).

III. METODOLOGI

Berikut adalah langkah pengerjaan riset yang dilakukan, meliputi persiapan peralatan dan material, pengelasan material, pembuatan spesimen uji hingga pada analisa data. Adapun spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang dipergunakan adalah plat paduan aluminium alloy 5083
2. Material plat dengan ketebalan 8 mm
3. Proses pengelasan dengan menggunakan GMAW, gas argon 99,99%, elektrode ER5356 dengan diameter 1,2 mm, posisi downhand
4. Arus pengelasan 150 A, 160A, 170A dan 180A
5. Kampuh V dengan jarak celah pelat 2 mm dan sudut kampuh 60°
6. Pengujian tarik dan tekuk dengan membuat spesimen dimensi yang mengacu pada BKI 2013 vol VI/sec II/CD

Berikut adalah digram alir pengerjaan riset ini :

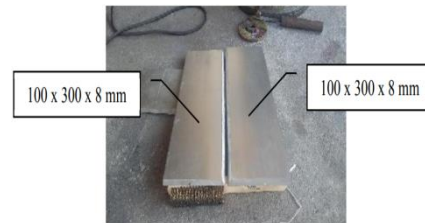


Gambar 2 Diagram Alir Riset

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan riset ini ada tiga hal yang penting yaitu mempersiapkan specimen, melakukan pengujian dan menganalisa data hasil uji dalam variasi ampere 150A,160A,170A dan 180A.

Tahapan 1 Persiapan Specimen Uji



Gambar 3 Plat Aluminium 5083



Gambar 4 Specimen Hasil Pengelasan



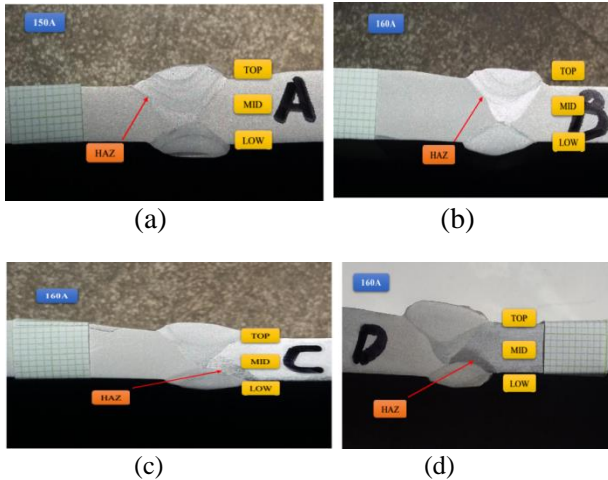
Gambar 5 Work Piece pada Visual Inspection



Gambar 6 Marking pada setiap Ampere



Gambar 7 Persiapan Material Uji tarik dan tekuk



Gambar 8 Hasil Foto Mikro dengan (a)150A, (b) 160A, (c) 170A, (d) 180A

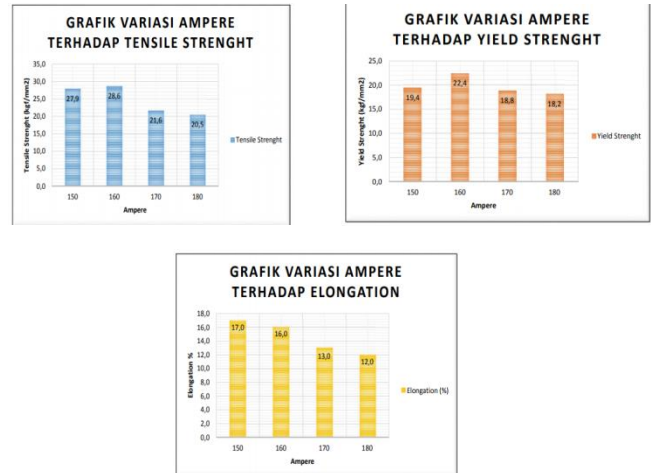
Tahapan 2 Pengujian Tarik dan Tekuk pada Material
Tabel 1 Hasil Uji Tarik Specimen

Material : Aluminium 5083
Variable : 150 A, 160 A, 170 A Dan 180 A
Tanggal : 10 - 11 April 2017

No. Spesimen		Size Specimen				L ⁰	L'	P _y	P _{max}	σ _{ys}	σ _{ts}	ε
Code	Current	Volage	T (mm)	L (mm)	A (mm ²)	mm	mm	kg f	kg f	kgf/mm ²	kgf/mm ²	%
A.1	150	20	7,6	25,2	191,5	30	35	3710	5340	19,37	27,88	17
A.2	150	20	7,6	25,2	191,5	30	35	3710	5340	19,37	27,88	17
A.3	150	20	7,6	25,2	191,5	30	35	3710	5340	19,37	27,88	17
A.4	150	20	7,6	25,2	191,5	30	35	3710	5340	19,37	27,88	17
B.1	160	21	7,7	25,5	196,4	30	34,8	4230	5500	21,54	28,01	16
B.2	160	21	7,5	26	195,0	30	35,4	4520	5680	23,18	29,13	18
B.3	160	21	7,7	25,5	196,4	30	34,7	4250	5520	21,65	28,11	16
B.4	160	21	7,4	26	192,4	30	34,8	4440	5600	23,08	29,11	16
C.1	170	22	7,3	26,2	191,3	30	33	3350	4100	17,52	21,44	10
C.2	170	22	7	25,9	181,3	30	33,5	3300	4060	18,20	22,39	12
C.3	170	22	7,1	26,5	188,2	30	33	2970	3790	15,79	20,14	10
C.4	170	22	7,3	25,7	187,6	30	34	3520	4240	18,76	22,60	13
D.1	180	23	7,8	26,3	205,1	30	35	4220	4360	20,57	21,25	17
D.2	180	23	8	25,6	204,8	30	34,5	4120	4340	20,12	21,19	15
D.3	180	23	8	25,5	204,0	30	33,7	4030	4320	19,75	21,18	12
D.4	180	23	8	26	208,0	30	32,5	3570	3790	17,16	18,22	8

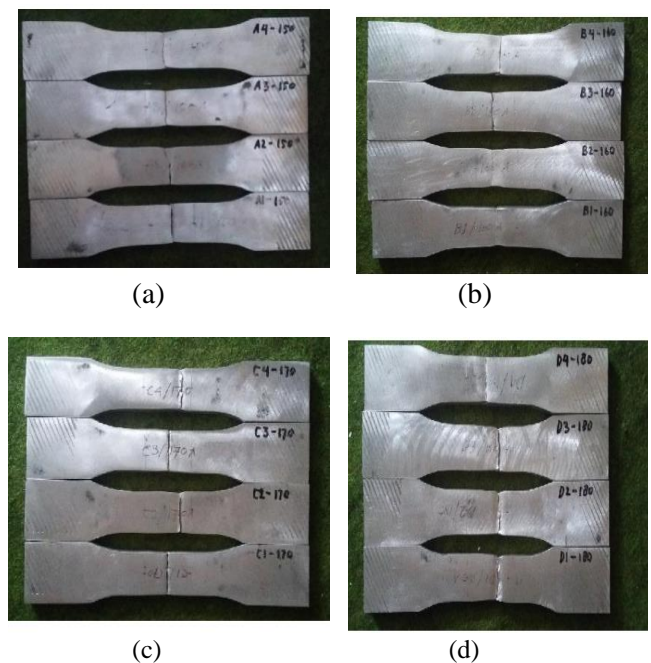
Material uji yang berwarna merah pada table diatas adalah reject karena terdapat terak las didalamnya (slag inclusion) sehingga nilai kuat tariknya dibawah minimum. Berdasarkan ketentuan (BKI Vol. V Rule

for Material, 2014). Berdasarkan hasil uji tarik dibuat grafik variasi ampere terhadap tensile strenght, yield strenght dan elongation untuk mempermudah pembacaan hasil dan analisa hasil uji.



Gambar 9 Grafik variasi ampere terhadap tensile, yield dan elongation strenght

Dari pembacaan grafik diatas terlihat dengan jelas untuk tensile dan yield strenght terbesar adalah saat 160A sedangkan elongation pada 150A. Sedangkan hasil visualisasi spesimen setelah uji tarik pada masing – masing nilai ampere adalah terlihat sebagai berikut berturut – turut dari 150A, 160A, 170A dan 180A.



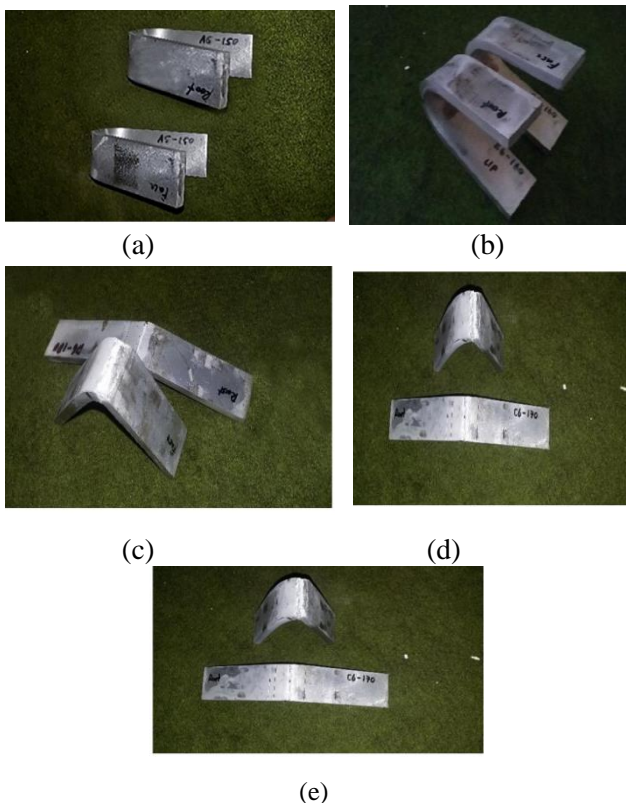
Gambar 10 Hasil Visualisasi Uji tarik

Tabel 2 Data Hasil Uji Tekuk

Material : Aluminium 5083												
Variable : 150 A, 160 A, 170 A Dan 180 A												
Tanggal : 10 - 11 April 2017												
No. Spesimen		Size Specimen				L ⁰	L'	ε	Guide Bend Test	Side	Remarks	Sudut
Code	Current	Voltage	T (mm)	L (mm)	A (mm ²)	mm	mm	%				
A.5	150	20	7,4	34	251,6	25	31	24	No Defect	Face	ACC	180°
A.6	150	20	8	34,4	275,2	25	30	20	No Defect	Root	ACC	180°
B.5	160	21	8	34,2	273,6	25	30	20	No Defect	Face	ACC	180°
B.6	160	21	8	34,3	274,4	25	30	20	No Defect	Root	ACC	180°
C.5	170	22	7,4	34,3	253,8	25	37	48	Crack on HAZ	Face	Reject	55°
C.6	170	22	8	34,4	275,2	25	29	16	Crack on WM	Root	Reject	130°
D.5	180	23	7,5	34,4	258,0	25	35	40	Crack on HAZ	Face	Reject	115°
D.6	180	23	7,5	34,4	258,0	25	29	16	Crack on WM	Root	Reject	95°

BM : Base Metal
 WM : Weld Metal
 HAZ : Heat Affective Zone (Daerah Pengaruh Panas)
 FL : Fusion Line (Garis pembatas antara daerah WM dan BM)

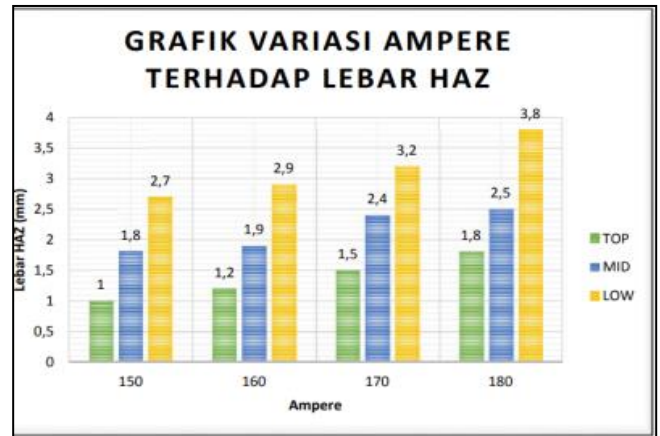
Pada pengujian tekuk yang dilaksanakan dengan ampere yang berbeda, beberapa benda uji mengalami patah pada weld metal, sehingga ada sebagian material yang diuji dapat dikatakan Reject dan adapula lulus kriteria. Keriteria kelulusan : Untuk dapat lulus dari uji bending maka hasil pengujian harus memenuhi kriteria sebagai berikut Specimen tidak mempunyai cacat terbuka di las-lasan atau HAZ kurang dari atau sama dengan 1/8 Inch (3.2 mm) pada permukaan yang cembung pada specimen yang telah di tekuk. Berikut adalah hasil foto uji tekuk pada variasi ampere berturut – turut mulai dari 150A, 160A, 170A dan 180A.



Untuk mengetahui luas area HAZ (Heat Affected Zone) akibat heat input dari proses pengelasan, maka dilakukan uji foto makro etsa. Hasil foto makro etsa dapat dilihat pada gambar 4.27 sampai 4.30. Dari foto makro etsa tersebut kita dapat mengukur lebar HAZ dengan menggunakan kertas milimeter terhadap variasi ampere (150, 160, 170 dan 180) didapatkan lebar HAZ.

Tabel 3 Lebar HAZ terhadap Nilai Ampere

No	Ampere	Lebar HAZ (mm)		
		TOP	MID	LOW
1	150	1	1,8	2,7
2	160	1,2	1,9	2,9
3	170	1,5	2,4	3,2
4	180	1,8	2,5	3,8



Gambar 12 Grafik Variasi Ampere terhadap lebar HAZ

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pada hasil pengujian tarik, beberapa material uji patah di las-lasan dan sebagian patah di material dengan hasil reject pada semua benda uji Nilai tensile strenght terbesar pada 160 Ampere dengan nilai tensile strenght 291 N/mm² dan nilai tensile strenght terkecil pada ampere 180 dengan nilai tensile strenght 182 N/mm². Sedangkan nilai elongation terbesar pada ampere 160 dengan nilai 18% dan nilai elongation terkecil pada 180 Ampere dengan nilai 8%.
2. Dengan diameter mandrell ≤ 40 mm pada ampere 150 dan 160 adalah accepted untuk face transversal dan root transversal dengan kemampuan tekuk maksimal telah memenuhi kriteria lulus uji dan tidak terjadi keretakan

- Sedangkan kemampuan tekuk minimum pada ampere 170 dan 180 dengan hasil reject semua, berarti material tersebut mengalami getas (brittle
3. Pada hasil perhitungan lebar HAZ dan Heat Input terhadap variasi kuat arus, nilai terlebar pada HAZ pada ampere 180 untuk TOP = 1,8 mm ; MID = 2,5 mm ; LOW = 3,8 mm dan nilai terkecil pada ampere 150 untuk TOP = 1,0 mm ; MID = 1,8 mm ; LOW = 2,7 mm

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada prodi teknik perkapalan, Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan fasilitas dan mendukung penulis hingga dapat melaksanakan penelitian dan menghasilkan luaran penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Material and Mechanical Design, Handbook Third Edition*
- [2] Handbook AWS D1.2, *Structural Welding Code Aluminum., 1997*
- [3] Jokosisworo, S. "Pengaruh Besar Arus Listrik dengan Menggunakan Elektroda SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las Butt Joint pada Plat Mild Steel", 2009
- [4] ESAB, *Welding Filler Metal Handbook., Global 2016*
- [5] Riswanda, Mohammad Noer, "Studi Komparasi Sambungan Las Dissimilar AA5083-AA6061-T6 Antara TIG dan FSW, 2012, Prosiding Industrial Research Workshop
- [6] Wiryosumarto, Hdan Okumura, Thoshie, "Teknologi Pengelasan Logam", 2000, Digital Library UNM
- [7] Lawrence H. Van Vlack, "Ilmu dan Teknologi Bahan" Terjemahan Sriatie Djapri, Erlangga - Jakarta
- [8] BKI Vol. V Rule for Material, 2014
- [9] I Dewa Made K, " Kekuatan Sambungan Las Alumunium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik pada Proses Las Metal Inert Gas, Jurnal Teknik Mesin Cakra Vol 3 No 1, 2009