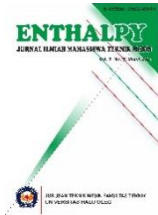




ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>



Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Kampuh V Menggunakan Las SMAW Dengan Elektroda E6013 Pada Pengelasan Baja Karbon Rendah

Ridwan¹⁾, Abd. Kadir²⁾, Aminur³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

^{2,3)} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu, Kendari 93232

Email: ridwankaawu@gmail.com

Article Info

Available online July 10, 2021

Abstrak

Kuat arus pada pengelasan merupakan suatu hal yang selalu menjadi permasalahan dalam proses pengelasan. Arus yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya penembusan pada material yang dilas, sebaliknya arus las yang rendah menimbulkan penetrasi yang dangkal. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik dan bending sambungan las kampuh V menggunakan las SMAW dengan elektroda E6013 pada pengelasan baja karbon rendah. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan membuat kampuh pada plat baja dengan sudut 60 derajat lalu kemudian dilas dengan arus yang berbeda. Arus yang digunakan 70, 90, 110 amper dengan diameter elektroda 2,6 mm. Sampel yang telah dilas kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tarik dan uji bending. Hasil penelitian didapatkan tegangan tarik rata-rata tertinggi 518,310 MPa pada arus pengelasan 110 amper. Regangan tarik rata-rata tertinggi 34,00% pada arus pengelasan 70 amper. Modulus elastis rata-rata tertinggi 0,01864 GPa pada arus pengelasan 110 amper. Untuk pengujian bending pada arus 70 amper, spesimen fb1 terdapat retakan pada daerah logam las dengan panjang retak 1,00 mm dan spesimen fb2 terdapat retak 0,50 mm, sedangkan arus 90 amper spesimen fb1 terdapat retak 1,00 mm, dan spesimen fb2 terdapat retak 0,50 mm. Arus 110 amper spesimen fb1 terdapat retak 4,70 mm, dan spesimen fb2 terdapat retak 3,00 mm. Dari hasil penelitian maka arus pengelasan yang baik untuk plat ketebalan 7,5 mm dengan elektroda E6013 diameter 2,6 mm yaitu pada arus 90 amper.

Kata kunci: Pengelasan, SMAW, uji tarik, uji bending.

Abstract

Strong current in welding is something that has always been a problem in the welding process. High currents can cause penetration of the welded material, whereas low currents can cause shallow penetration. The purpose of the study was to determine the effect of current on the tensile and bending strength of V seam welded joints using SMAW welding with E6013 electrodes on low carbon steel welding. The research method used is to make a seam on a steel plate with an angle of 60 degrees and then weld it with a different current. The current used is 70, 90, 110 amperes with an electrode diameter of 2.6 mm. The samples that have been welded are then formed into tensile and bending test specimens. The results showed that the highest average tensile stress was 518.310 MPa at a welding current of 110 amperes. The highest average tensile strain is 34.00% at a welding current of 70 amperes. The highest average elastic modulus is 0.01864 GPa at a welding current of 110 amperes. For bending testing at 70 amperes, the fb1 specimen has cracks in the weld metal area with a crack length of 1.00 mm and the fb2 specimen has 0.50 mm cracks, while the 90 amperes fb1 specimen has 1.00 mm cracks, and fb2 specimens have 0.50mm crack. Current 110 amperes fb1 specimen has a crack of 4.70 mm, and fb2 specimen has a crack of 3.00 mm. From the results of the study, a good welding current for a plate with a thickness of 7.5 mm with an E6013 electrode with a diameter of 2.6 mm is at a current of 90 amperes.

Keywords: Welding, SMAW, tensile test, bending test.

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan suatu pekerjaan yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi dan industri. Proses pengelasan sering digunakan dalam pembuatan konstruksi untuk perbaikan dan pemeliharaan, baik sebagai proses penambalan lubang pada logam, penyambungan logam, maupun pemotong logam pada pengelasan yang sering digunakan Las (*welding*) adalah suatu aktivitas dua bagian benda dengan cara memanaskan atau menekan gabungan keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utu penyambungan bisa dengan tanpa bahan tambah (*fillet material*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya. Pada konstruksi yang menggunakan bahan baku logam, hampir sebagian besar bahan sambungannya dikerjakan dengan cara pengelasan. Hal itu disebabkan dengan cara pengelasan dapat diperoleh sambungan yang lebih kuat dan lebih ringan dibanding dengan proses keling atau dengan yang lainnya selain itu proses pembuatannya lebih sederhana (1).

Pada proses pengelasan berbagai permasalahan yang terjadi dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan, melalui kegiatan penelitian ini dapat menjadi salah satu sarana memperdalam wawasan mahasiswa tentang ilmu teknologi pengetahuan pengelasan bahan dan serta dijadikan sumber acuan dan informasi bagi juru las untuk menentukan variasi arus yang tepat agar menghasilkan kualitas lasan yang baik.

Masukan panas (*Heat Input*)

Heat Input pada las sangat mempengaruhi struktur fase, ketangguhan laju pendinginan serta distorsi. Komposisi kimia pada *weld zoe* (wz) dan level heat input secara langsung berakibat pada struktru mikro dan ketangguhan las, Heat input akan mempengaruhi laju pendinginan las, yang berakibat pada perubahan struktur mikro pada las para meterlas heat input dan variabel gas pelindung akan berakibat pada perubahan struktur mikro, *morfologi dendrite* dan struktur tekstur las yang berakibat pada ketangguhan *Cryogenic* sambungan las. Perencanaan las salah satunya adalah pengaturan Heat Input dapat dilakukan dengan mengatur arus Voltase atau mengatur kecepatan pengelasan. (2)

Heat Input arus energi panas tiap satuan panjang las saat menerima panas dengan persamaan sebagai berikut :

$$H = \frac{p}{v} = \varepsilon \frac{I}{v} \quad (1)$$

Dimana :

p = tenaga input (watt)

ε = Potensial listrik (volt)

I = arus listrik (ampere)

V = kecepatan las (m/s)

Elektroda E6013

Jenis Elektroda E6013 mempunyai kandungan kalium titanium yang lebih tinggi dengan kekuatan tarik 47,1 kh/mm², kekuatan luluh 38,7 kg/mm², berdiameter 2,6 umumnya dapat dipakai pada ampere yang relatif tinggi atau rendah sangat baik digunakan pada mesin SMAW dengan arus boalk balik AC. Pemilihan elektroda dengan kandungan kimia yang sesuai untuk pengelasan akan memperlambat terjadinya korosi, sehingga akan memperkecil biaya perawatan (3).

Arus Pengelasan

Arus pengelasan adalah besarnya aliran listrik yang keluar dari mesin las disebut dengan arus pengelasan. Arus las harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang digunakan dalam pengelasan. (4) Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil (5).

Perubahan Sifat Logam Setelah Proses Las

Saat penyalaan busur listrik pencairan logam pengelasan menyebabkan perubahan fasa logam dari pada menjadi cair. Pada saat logam cair mulai membeku adanya pendinginan yang cepat, maka akan terjadi perubahan struktur mikro didalam deposit pendinginan logam dasar pada daerah HAZ. Struktur mikro dalam daerah HAZ terdapat perubahan yang sangat bervariasi, sedangkan dalam logam las biasanya terbentuk colmnar perubahan ini mengakibatkan perubahan sifat sifat sebelumnya.

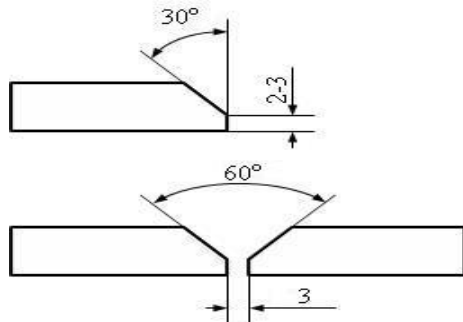
Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kadar karbon 0,1% karbon dengan rentan terhadap korosi, sehingga penampilannya menjadi jelek, kotor, dan beruba warna. Agar penampilannya tetap menarik dilakukan pelapisan salah satu dilakukan proses elektroplating krom. *Elektroplating* (Cr)

berfungsi untuk meningkatkan kekerasan permukaan dan menghambat serangan korosi akibat lingkungan. *Elektroplating flash chrome* merupakan proses lapisan krom (Cr) dengan lapisan sangat tipis dan bertujuan untuk mengeraskan permukaan logam dasar (6).

Kampuh V

Kampuh V hasil penyambungan logam melalui pengelasan hendaknya menghasilkan sambungan yang berkualitas dari segi kekuatan dan lapisan las dari bahan atau logam yang dilas, dimana untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas kedua ujung/bidang atau bagian logam yang akan dilas perlu diberikan suatu bentuk kampuh las tertentu. Kampuh V dipergunakan untuk penyambungan logam /plat yang tebalnya antar 3,5-10 mm, dengan sudut kampuh 60° - 80° mm, dan arak celah kampuh sekitar $\frac{1}{2}$ mm. Pada waktu pengelasan kampuh V diberi plat penahan cairan sepanjang kampuh yang gunanya untuk mencegah cairan bertumpuk dan plat penahan tersebut dapat dibuka bila diperlukan.

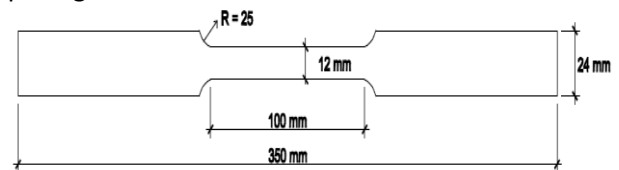


Gambar 1. Kampuh V

Pengujian Tarik (*Tensile test*)

Uji tarik untuk mengetahui sifat mekanis logam, uji tarik merupakan pengujian bahan yang paling mendasar. Prinsip pengujian tarik adalah dimana benda uji dicekam pada mesin uji tarik sedemikian rupa kemudian diberi beban tarik sehingga mengalami pertambahan panjang sampai benda uji patah. Pada mulanya benda uji mengalami pertambahan panjang elastis seperti pegas, dimana jika beban tarik dihilangkan akan kembali pada panjang mula-mula. Pertambahan panjang elastis ini relatif sangat kecil. Pada beban tarik yang besar perpanjangan elastis akan berubah menjadi plastis (tetap). Jika beban dihilangkan akan kembali sedikit (Bagian elastis), tetapi panjangnya lebih besar dari L_0 dengan penambahan beban tarik, pada suatu tempat akan terjadi pengecilan diameter dan luas penampang setempat yang disebut *neck-ing* pada tempat ini benda uji akan patah (7). Spesimen uji tarik mengacu pada standar Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Kampuh V Menggunakan Las SMAW Dengan Elektroda E6013 Pada Pengelasan Baja Karbon Rendah

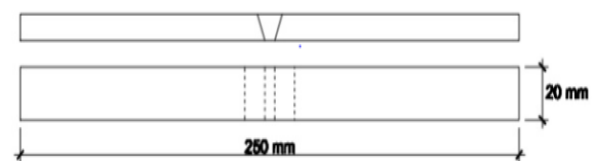
uji Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), dimensi spesimen pengujian kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Spesimen uji tarik

Pengujian Bending

Pengujian bending merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang dilakukan terhadap spesimen dari bahan baik bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi atau komponen yang akan menerima pembebanan lengkung maupun proses pelengkungan dalam pembentukan. Dalam proses pengujian lengkung yang dilakukan terhadap material sebagai bahan teknik memiliki tujuan pengujian yang berbeda tergantung kebutuhannya. (8) Pengujian bending bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur secara perlahan lahan sampai spesimen mencapai titik leleh. Pembuatan spesimen uji bending mengacu pada standar Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. Spesimen uji bending

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi mekanik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain mesin las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW), helem las, apron, tang, sikat las, palu terak, meja las, mesin gurinda. Sedangkan bahan yang digunakan yakni plat baja karbon rendah, elektroda atau kawat las seri AWSE6013 dengan diameter 2,6 mm, selanjutnya pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia. Prosedur penelitian dimulai dengan pembuatan kampuh V dengan menggunakan gerinda yang kedua ujung sisi dibevel 60° , untuk pengujian tarik dengan ukuran panjang 350 mm lebar 12 mm, tebal 7,5 mm sebanyak 6 sampel untuk arus 70 amper 2 sampel, 90 amper 2 sampel dan 110 amper 2 sampel, selanjutnya dilakukan proses pengelasan welding sesuai dengan standar yang ditentukan, menggunakan arus 70 amper, 90 amper, 110

amper. Pengujian tarik memiliki ukuran dan bentuk yang telah ditentukan oleh standar uji Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

Untuk pengujian bending dengan ukuran panjang 250 mm lebar 20 mm tebal 7,5 mm sebanyak 6 sampel masing-masing arus 2 sampel. Tes ini menggunakan posisi *face bending* sesuai standar yang digunakan yaitu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

3. Hasil dan Pembahasan

Uji Tarik

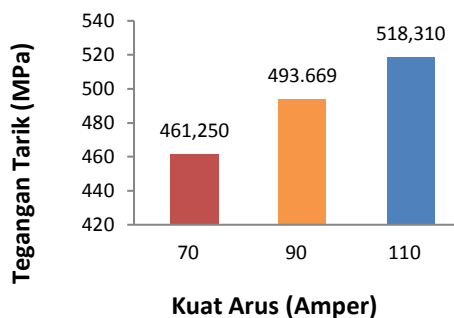
Hasil pengamatan perhitungan rata-rata pada pengujian tarik tegan, regangan, dan modulus elastis menggunakan arus 70 amper, 90 amper, 110 amper. Dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil perhitungan penguian rata-rata

Arus pengelasan	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastis (GPa)
70 A	461.250	34.00	0.01363
90 A	493.669	30.75	0.01669
110 A	518.310	27.97	0.01864

Tabel 1, menunjukan hasil dari pengujian tarik rata-rata pada pengelasan arus 70 amper nilai tegangan tarik yaitu (σ) = 461.250 MPa, nilai regangan (ϵ) = 34.00%, nilai modulus elastis E = 0.01363 GPa. Untuk pengelasan arus 90 amper nilai tegangan yaitu (σ) = 493.669 MPa, nilai regangan (ϵ) = 30.75%, modulus elastis dengan nilai E = 0,01669 GPa. Dan untuk pengelasan arus 110 amper nilai tegangan (σ) = 518.310 GPa, nilai regangan (ϵ) = 27.97% sedangkan nilai modulus elastis E = 0.01864 GPa.

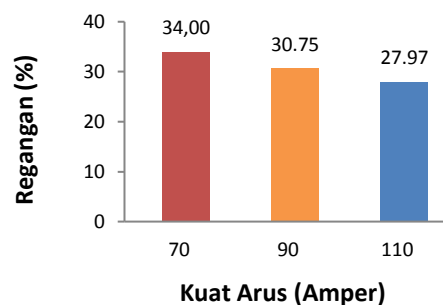
Hasil pengamatan perbedaan besaran nilai rata-rata tegangan tarik pada masing masing arus pengelasan, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Grafik tegangan tarik

Berdasarkan Gambar 4, menunjukan bahwa tegangan tarik rata-rata tertinggi yaitu pada arus 110 amper nilai tegangan tariknya yaitu 518.310 MPa, dan tegangan tarik rata-rata terkecil pada arus 70 amper nilai tegangan tariknya yaitu 461.250 MPa. Dari hasil pengujian tegangan tarik diperoleh bahwa kekuatan tarik tertinggi disebabkan pada arus 70 amper penyalaan busur listrik tidak stabil sehingga panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda serta penetrasi yang dihasilkan kurang maksimal sehingga mengakibatkan kekuatan tariknya rendah. Sedangkan pada arus 110 amper memiliki nilai kekuatan tarik lebih tinggi, hal ini disebabkan karena pada arus 110 amper penyalaan busur listrik lebih stabil sehingga panas yang dihasilkan cukup melelehkan elektroda serta penetrasi yang dihasilkan lebih maksimal sehingga mengakibatkan kekuatan tariknya tinggi. Menurut Rudi Siswanto, 2018, (9) dimana kurangnya fusi atau penetrasi merupakan cacat akibat *diskontinuity* yaitu bagian yang tidak menyatu logam induk dengan logam pengisi. Kurangnya penetrasi cacat ini terjadi karena logam tidak menembus sampai ke dasar sambungan. Penetrasi kampuh yang tidak memadai ialah keadaan kedalaman las kurang dari tinggi arus yang ditetapkan. Cacat ini disebabkan karena perencanaan alur yang tidak sesuai dengan proses pengelasan yang dipilih, elektroda yang terlalu besar, arus listrik yang tidak memadai, atau laju pengelasan yang terlalu cepat.

Hasil pengamatan perbedaan besaran nilai rata-rata regangan tarik pada masing-masing arus pengelasan, dapat dilihat pada gambar berikut:

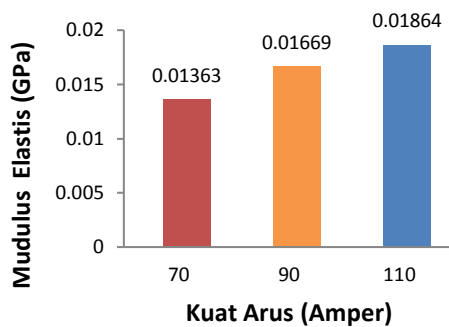


Gambar 5. Grafik regangan tarik

Berdasarkan Gambar 5, menunjukan bahwa regangan rata-rata tertinggi terdapat pada arus pengelasan 70 amper yang dimana nilai regangannya yaitu 34.00%. Sedangkan nilai regangan rata-rata terkecil pada arus 110 amper dengan nilai 27.97%. Dari hasil pengujian regangan diperoleh bahwa kekuatan tarik tertinggi pada arus

70 amper dan yang terendah pada arus 110 amper. Hal ini disebabkan pada arus 110 amper suhu panas yang dihasilkan pada daerah HAZ lebih tinggi sehingga mengakibatkan spesimen getas, tidak tangguh sehingga nilai regangannya rendah. Arus 70 amper memiliki nilai regangan tinggi, hal ini disebabkan karena pengelasan arus 70 amper suhu panas pada daerah *Heat Affected zone* lebih rendah sehingga menyebabkan spesimen menjadi ulet. Hal ini dibuktikan penelitian sebelumnya dimana bertambahnya kuat arus sambungan las semakin menurun hal ini disebabkan karena masukan panas yang berlebih sehingga pencairan logam las yang besar dan menjadi getas.

Hasil pengamatan perbedaan besaran nilai rata-rata modulus elastis pada masing-masing arus pengelasan, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Grafik modulus elastis

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan bahwa modulus elastis rata-rata tertinggi yaitu pada arus pengelasan 110 amper dimana nilainya yaitu 0.01864 GPa, sedangkan modulus elastis rata-rata terkecil pada arus 70 amper dimana nilai modulusnya yaitu 0.01363 GPa. Adapun nilai modulus elastis arus pengelasan 110 amper lebih tinggi hal ini disebabkan arus pengelasan 110 amper lebih getas dan arus pengelasan lebih ulet dimana ketika modulus elastisnya suatu benda getas maka nilai elastisnya tinggi.

Uji Face Bending

Hasil pengujian *face bending* pada sudut lengkung 180° dengan menggunakan arus pengelasan 70 amper, 90 amper, 110 amper. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian *face bending*

Sudut lengkung 180°		Diameter lengkung 30°		
Arus pengelasan	Kode	Jenis Diskontinyuitas	Ukuran	Keterangan
70 A	Fb1	Open	1.00	Accepted
	Fb2	Open	0.50	Accepted
90 A	Fb1	Open	1.00	Accepted
	Fb2	Open	0.50	Accepted
110 A	Fb1	Open	4.70	Rejected
	Fb2	Open	3.00	Rejected

70 A	Fb1	Open	1.00	Accepted
	Fb2	Open	0.50	Accepted
90 A	Fb1	Open	1.00	Accepted
	Fb2	Open	0.50	Accepted
110 A	Fb1	Open	4.70	Rejected
	Fb2	Open	3.00	Rejected

Tabel 2, menunjukkan hasil dari pengujian *face bending* pada pengelasan dengan arus pengelasan 70, 90, dan 110 amper dengan pembebanan 10 ton, sudut lengkung 180° dan diameter sudut 30°. Hasil pengujian *face bending* arus pengelasan 70 amper dengan pembebanan 10 ton sudut lengkung 180° dan diameter lengkung 30°, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7. Hasil pengujian *face bending* arus 70 A

Berdasarkan Gambar 7, menunjukkan bahwa pada pengujian pada spesimen *beding* ini menggunakan posisi *face beding*. Tes ini terdapat retakan untuk spesimen fb1 pada daerah logam las dengan panjang retak 1.00 mm sedangkan untuk spesimen fb2 dengan panjang retak 0.50 mm. Hal ini diduga karena besi masih bisa menahan beban. Oleh karena itu kedua spesimen ini berdasarkan standar uji Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) cacat ini masih diterima berdasarkan aspek kriteria retak yang diizinkan (*accepted*). Hal ini dibuktikan penelitian sebelumnya dimana elektroda pada besi tuang kelabu bisa mengikat dengan baik dan posisi penyambungan luas penampang longitudinal las bisa menyatu dengan baik. (10).

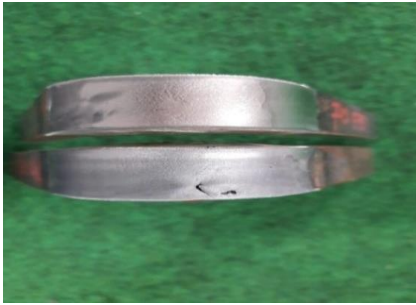
Hasil pengujian bending arus pengelasan 90 amper dengan pembebanan 10 ton sudut lengkung 180° dan diameter lengkung 130°, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Hasil pengujian *face bending* arus 90 A

Berdasarkan Gambar 8, menunjukkan bahwa pada arus 90 amper pengujian pada spesimen bending ini menggunakan posisi *face bending*. Pada spesimen fb1 terdapat retak terbuka atau open *crack* pada daerah logam las dengan nilai retak 1.00 mm dan spesimen fb 2 terdapat retak dengan panjang retak 0.50 mm. Oleh karena itu kedua spesimen dinyatakan *accepted* karena retak tidak melebihi kriteria yang terdapat dalam Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

Hasil pengujian face bending arus 110 amper dengan pembebanan 10 ton diameter lengkung 180° dan diameter lengkung 130°, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 9. Hasil pengujian *face bend* arus 110 A

Berdasarkan Gambar 9, menunjukkan bahwa pengelasan arus 110 amper pada pengujian spesimen bending ini menggunakan posisi *face bending* dari pengujian ini spesimen fb1 mengalami *diskontyuitas open* (terbuka) atau cacat crack di daerah logam las yang panjang retaknya 4.70 mm untuk spesimen fb 2 dengan panjang retak 3.00 mm. Hal ini diduga spesimen banyak mengalami porositas serta kurangnya luas penampang mempengaruhi elektroda dan besi tidak dapat mengikat dengan baik, untuk kedua spesimen ini dinyatakan *rejected* karena ukuran cacat melebihi aspek kriteria retak yang diizinkan pada standar uji Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Penyebab cacat las *under cup* dikarenakan arus pengelasan yang digunakan terlalu besar, kecepatan las terlalu tinggi, panjang busur las terlalu tinggi, posisi elektroda kurang tepat, ayunan tangan tangan kurang merata. Cacat porositas adalah sebuah cacat pengelasan yang berupa sebuah lubang-lubang kecil pada weld material (logam las), dapat berada pada permukaan maupun didalamnya. (11)

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan bahwa tegangan tarik rata-rata dari ketiga variasi pada arus pengelasan 110 amper yang dimana nilai tegangan tariknya yaitu (σ) = 518.310 MPa, regangan (ϵ) = 27.97 % modulus

elastis (E) = 0.01864, GPa, untuk arus pengelasan 90 amper yang dimana nilai tegangan tariknya yaitu (σ) = 493.669 MPa, regangan tarik (ϵ) = 493.669 MPa, regangan (ϵ) = 30.75 %, modulus elastis (E) = 0.01669 GPa, sedangkan arus pengelasan 70 amper dimana nilai tegangan tariknya yaitu (σ) = 461.250 MPa, regangan (ϵ) = 34.00%, modulus elastis E = 0.01363 GPa. Didapatkan nilai pengujian *face bend* dengan pembebanan 10 ton dengan sudut lengkung 180° dan diameter sudut 30° maka yang mengalami keretakan yang paling panjang terjadi pada arus 110 amper untuk spesimen fb1 dengan nilai yaitu 4.70 mm dan spesimen fb dengan panjang retak 3.00 mm, sedangkan arus 70 nilai retaknya sama yaitu 1,00 mm dan 0.50 mm. Dari hasil penelitian yang dilakukan maka arus pengelasan yang baik digunakan untuk plat ketebalan 7.5 mm dengan elektroda E6013 yang berdiameter 2,6 mm yaitu pada arus 90 amper.

Daftar Pustaka

- [1] Arif Yuniarto, Aditya Rusmawan. Teknik pengelasan busur manual. Jakarta : PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta : 2018.
- [2] Heri Wibowo, M. Noer Ilman, Priyono Tri Iswanto. Analisa Heat Input Pengelasan Terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36, *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 7, No. 1, pp. 5-12, 2016.
- [3] Gita Anggaretno, Imam Rochani, Heri Supomo. Analisa pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media Korosi FeCl3. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 1, No. 1, pp. 125-128, September 2012.
- [4] Weldi Susanto, Kadir, Abd. Kadir. Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Las Menggunakan Pola Ayunan Melingkar pada Baja Karbon Sedang. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 5, No 2, pp. 40-44. Juni 2020.
- [5] Arham, Yusril. Pengaruh Jenis Kampuh V dan X Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak pada pengelasan Baja Karbon. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. Vol. 2. No 2, pp. 8-12, 2016.
- [6] Agustinus Ngatin, Yunus Tonapa, Risma Regiyanti, RA Karomi. Elektroplating Flash Chrome pada baja karbon rendah, *Departemen Teknik Kimia, Poli Teknik Negeri Bandung, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY*, pp. 269-277, 2017.

- [7] Moh. Tamrin, Achmad Sjaufullah, Umi Anis Ro' Isatin. POLINEMAPRES 98 : *Karya Ilmiah Politeknik Negeri Malang*, ISBN : 978-602 - 5952-11-1. 2016.
8. Amir Arifin, M Hendrianto. Pengaruh Arus Dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Menggunakan SMAW. 2018, *Jurnal Teknik Mesin UNTIRTA*. Vol. 4, No 1, pp. 20-25, 2018.
9. Rudi Siswanto. Teknologi Pengelasan (HMKB791), *Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*. 2018.
10. Ilham Nurdiansyah, Suriansyah, Naif Fuhaid Analisa tekuk pada akar las (Root Bend) dan tekuk pada permukaan las (Face Bend) longitudinal besi tuang kelabu pada proses pengelasan terhadap pengujian tekuk (Bending). *Jurnal Widya Teknika* , Vol. 24, pp. 36-42, 2016.
11. Achamadi. Macam macam cacat las dan penyebab serta cara mengatasi. *Pengelasan.net*.<https://www.pengelasan.net/cacat-las/>, 2019. (1 Juli 2021).