

Analisis Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Dan Foto Makro Pada Material Besi Cor Kelabu

Trio Nur Wibowo^{1,a*}, Khanif Setiawan²⁾, Wahyu Sutrimo³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

Jln. Semangir No.1 Telp. (0281) 632870, 626266 Purwokerto 53134, Indonesia

^atrionw@gmail.com

ABSTRAK

Material besi cor kelabu merupakan material yang mempunyai sifat getas dan kurang mampu menahan tegangan akibat siklus pengelasan. Sifat getas atau rendahnya keuletan besi cor kelabu diakibatkan oleh grafit serpih pada besi cor kelabu. Pada penyambungan material besi cor kelabu menggunakan metode pengelasan SMAW perlu adanya penentuan besar kuat arus untuk menghindari permasalahan-permasalahan pengelasan besi cor kelabu terutama under cut akibat arus las yang terlalu besar. Pada penyambungan material besi cor kelabu diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 90 Ampere, 100 Ampere dan 110 Ampere menggunakan las SMAW dengan elektroda CIN 1 diameter 3,2 mm. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh v ganda. Spesimen dilakukan pengujian tarik dan foto makro. Kekuatan maksimal terjadi pada spesimen kuat arus 90 Ampere yaitu sebesar 118,54 MPa, kemudian nilai kekuatan tarik minimum terjadi pada spesimen kuat arus 100 Ampere sebesar 111,8 MPa dan pada pengelasan kuat arus 110 Ampere sebesar 106,99 MPa. Sesuai hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan variasi kuat arus pengelasan yang diterapkan pada proses pengelasan besi cor kelabu mengakibatkan adanya pengaruh terhadap kekuatan tarik. Hasil foto makro menunjukkan bahwa rata-rata patahan yang terjadi pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*). Ketiga sampel foto makro semuanya dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan ulet karena permukaan patahan yang tidak rata atau bergelombang.

Kata kunci: Besi cor kelabu, ampere, kekuatan tarik,.

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan logam terutama besi cor sudah digunakan dalam lingkup yang luas, misalnya penggunaan pada dunia otomotif. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya komponen-komponen otomotif yang terbuat dari besi cor. Beberapa contoh komponen otomotif yang terbuat dari besi cor antara lain: blok silinder, tutup silinder, rumah engkol, tromol rem dan lain-lain. Luasnya penggunaan besi cor dikarenakan kelebihan-kelebihan yang ada pada besi cor, selain mudah didapat dan murah, besi cor juga memiliki kemampuan cor yang sangat baik untuk bentuk-bentuk yang rumit. Besi cor kelabu mempunyai sifat mampu las yang lebih rendah dibandingkan dengan besi cor yang lain. Sifat mampu las yang rendah pada besi cor kelabu dapat menimbulkan berbagai permasalahan dalam proses pengelasan terutama retak las yang disebabkan adanya tegangan sisa [1]. Proses pengelasan besi cor banyak mempergunakan pengelasan dengan metode las busur listrik dengan elektroda terlindung (*shielded metal arc welding*). Proses pengelasan dengan las busur listrik banyak digunakan karena cara pemakaiannya yang mudah, peralatan yang sederhana dan dapat menghasilkan sambungan yang kuat [2].

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan [3].

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik [4]. Menurut Hendi Saputra dan Ahmad Syarif (2014), “Analisa Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik”. Setelah dilakukan analisis dengan 3 variasi media pendingin pasca pengelasan yaitu air kelapa, air garam dan oli bekas dengan data kekuatan tarik Air kelapa sebesar 59,764 kg/mm², Air garam 52,396 kg/mm² dan Oli bekas 53,153 kg/mm². Dari data tersebut maka media pendingin dengan rata-rata tertingginya adalah Oli bekas dengan kekuatan tariknya 53,153 kg/mm². Karena penggunaan Oli bekas akan menyebabkan timbulnya selaput karbon yang bertujuan untuk memperbaiki sifat baja tersebut disimpulkan untuk meningkatkan kekuatan dari baja. Sedangkan rata-rata pengujian terendah adalah media pendingin air kelapa dengan rata-rata kekuatan tariknya 49,764 kg/mm² [5]. Pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yang umum disebut las listrik sering berhubungan dengan arus listrik dan elektroda, dimana besar kecilnya tergantung dari diameter elektroda yang digunakan. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa *fluks*. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las [6]. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar [7].

Pengelasan menggunakan metode *shielded metal arc welding* atau las busur nyala listrik terlindung ini, logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa *flux* dan karena itu elektroda sering disebut kawat las. Elektroda ini selama pengelasan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kampuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk. Untuk mendapatkan hasil lasan yang baik dan maksimal maka dilakukan pengaturan arus yang sesuai dengan diameter elektroda yang digunakan [6-7]. Besi cor kelabu merupakan besi cor yang mempunyai grafit berbentuk serpih (*flekse*). Besi cor kelabu dihasilkan dari proses pengecoran yang mengalami laju pendinginan yang lambat selama berada dalam cetakan. Besi cor kelabu mempunyai sifat getas, keuletan rendah dan kurang mampu menahan tegangan akibat siklus pengelasan. Paduan besinya mengandung unsur antara lain : karbon, silikon, mangan, fosfor, sulfur dan unsur lainnya. Besi cor kelabu mempunyai permukaan patah berwarna kelabu sehingga dinamakan besi cor kelabu. Besi cor kelabu tidak siap untuk dilas karena bisa menyebabkan retak, tetapi kecenderungan ini dapat dikurangi bila besi cor kelabu mendapat perlakuan panas [8-9].

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *eksperimental*. Penelitian *eksperimen* dapat didefinisikan sebagai metode uji kekuatan tarik bahan pada sambungan las dengan variasi kuat arus pengelasan. Penelitian eksperimen merupakan metode inti dari model penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif [10].

2.1 Preparasi spesimen

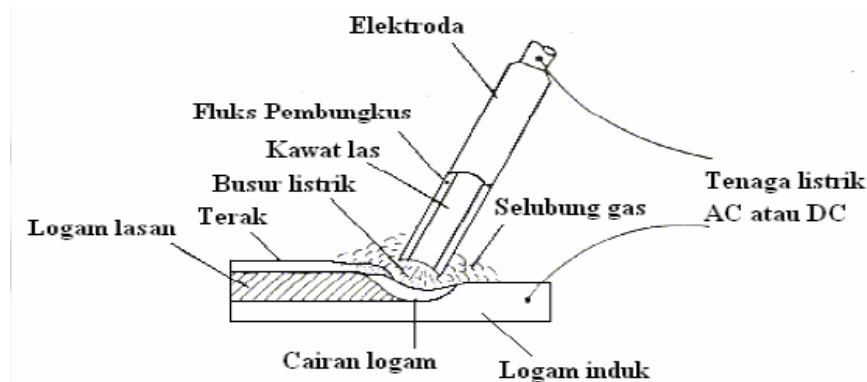
Spesimen menggunakan material besi cor kelabu. Permukaan spesimen dihaluskan menggunakan amplas dan dipoles dengan metal polish sehingga didapatkan permukaan yang halus dan mengkilat. Spesimen direndam dalam cairan alkohol selama kurang lebih 15 menit selanjutnya dikeringkan dan siap untuk dilakukan pengelasan.

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

2.2 Pengelasan

Proses pengelasan pada penelitian ini menggunakan tiga variasi arus pengelasan yaitu 90, 100 dan 110 Ampere, dengan menggunakan elektroda CIN 1. Kampuh yang digunakan bentuk I, dimana pengelasan menggunakan alur zig-zag dari arah kanan ke kiri dengan posisi benda kerja berada dibawah tangan (1F).



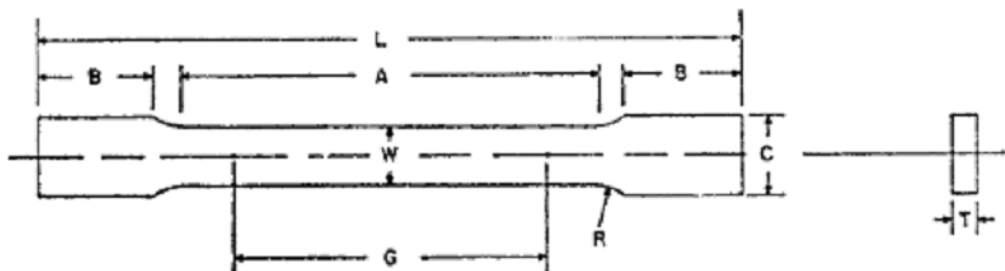
Gambar 2.1 Las busur listrik dengan elektroda terbungkus [11]

2.3 Uji komposisi

Pengujian komposisi menggunakan alat Desktop Metals Analyser dengan merk Metalscan 2500 series. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan komposisi dari spesimen sebelum dilakukan pengelasan. Hasil dari pengujian komposisi dari logam induk ini dijadikan acuan untuk menentukan jenis spesimen dan parameter dalam pengujian.

2.4 Uji tarik

Pengujian tarik pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik maksimal (*ultimate tensile strength*) dan kekuatan luluh (*yield strength*) dan pertambahan panjang dari spesimen raw material. Pengujian tarik dilakukan sebanyak 3 kali untuk menjamin keakuratan data pengujian.



Gambar 4.7. Spesimen uji tarik (12)

Dengan ukuran sebagai berikut :

- G = Gage length = 75 mm
- W = Width = 12,5 mm
- T = Thickness = 3 mm
- R = Radius of fillet = 12,5 mm
- L = Overall length = 200 mm
- A = Length of reduce = 57 mm
- B = Length of grip = 50 mm
- C = Width of grip = 20 mm

2.5 Pengamatan struktur makro

Pada pengamatan struktur makro, pengujian dilakukan pada penampang melintang spesimen hasil uji pengelasan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat bentuk struktur makro pada patahan spesimen uji setelah dilakukan uji tarik. Spesimen diamati menggunakan foto makro digital dengan merk Sony-DSC S2100 dengan perbesaran 50 kali dan difoto menggunakan optilab yang dihubungkan dengan komputer. Proses dari foto makro yaitu benda diletakan dimeja atau lantai, spesimen diposisikan untuk mendapatkan gambar yang ideal sesuai kebutuhan. Hasil dari foto struktur makro disimpan dalam bentuk gambar.

3. Hasil dan Pembahasan

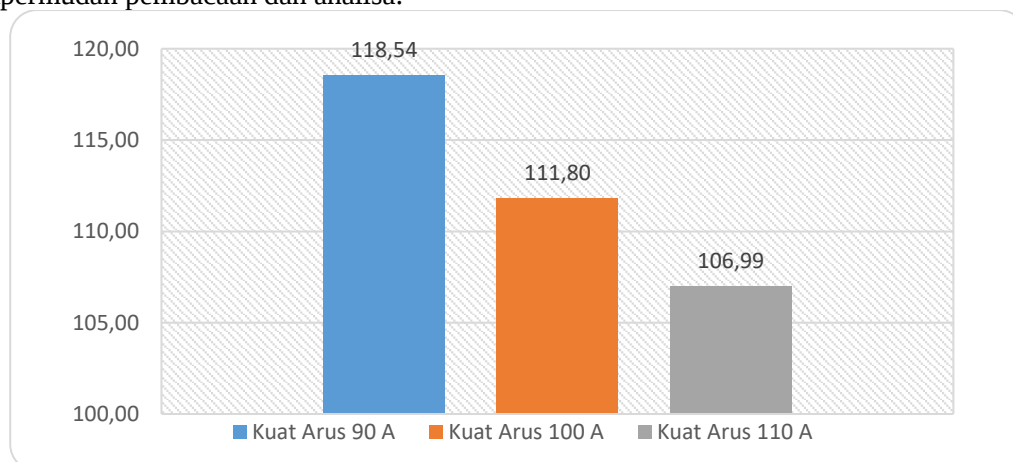
3.1 Data hasil uji tarik

Dari hasil pengujian diperoleh rincian data kekuatan tarik pada masing-masing spesimen seperti pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Rata-rata hasil pengujian tarik

No	Kuat Arus (A)	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-rata σ_u (MPa)
		σ_u (MPa)	σ_u (MPa)	σ_u (MPa)	
1	90	107.8	124.42	123.41	118,54
2	100	125.33	103.21	106.86	111,8
3	110	106.29	94.08	120.61	106,99

Dari tabel diatas diketahui bahwa nilai tegangan maksimal (σ_u) pada spesimen hasil pengelasan dengan menggunakan kuat arus 90 Ampere sebesar 118,54 MPa, spesimen dengan kuat arus 100 Ampere sebesar 111,8 MPa dan spesimen dengan kuat arus 110 Ampere sebesar 106,99 MPa. Dari tabel diatas, kemudian dibuat diagram seperti pada gambar berikut ini untuk mempermudah pembacaan dan analisa.



Gambar 3.1 Grafik kuat arus pengelasan terhadap hasil pengujian tarik

Dari gambar diagram diatas terlihat hasil pengujian tarik didapat nilai tegangan maximum adalah pada variasi kuat arus 90 Ampere. Dalam hal ini menunjukan bahwa pada teknik pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan variasi kuat arus 90 Ampere menghasilkan sambungan las yang paling kuat diantara variasi kuat arus lainnya, dengan nilai

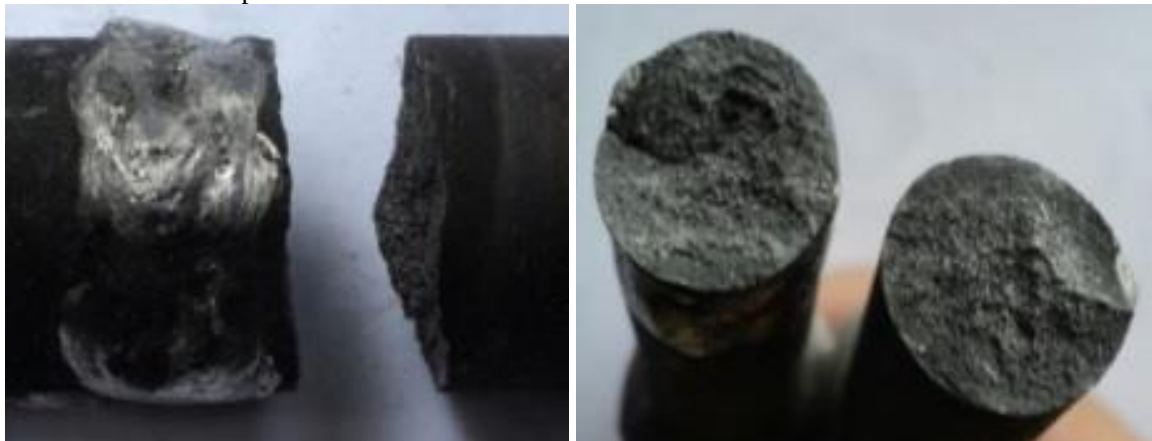
tegangan maksimal sebesar 118,54 MPa. Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan terdapat nilai tegangan minimum yaitu pada variasi kuat arus 110 Ampere, yang menghasilkan tegangan maksimal hanya 106,99 MPa.

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik yang dapat dibandingkan pada masing-masing variasi kuat arus pengelasan. Data menunjukkan nilai rata-rata maximum terjadi pada proses pengelasan variasi kuat arus 90 Ampere dengan nilai kekuatan tarik sebesar 118,54 MPa, sedangkan proses pengelasan dengan variasi kuat arus 100 Ampere dan 110 Ampere mengalami penurunan dengan nilai kekuatan tariknya sebesar 111,80 MPa untuk pengelasan dengan menggunakan kuat arus sebesar 100 Ampere dan pengelasan dengan menggunakan kuat arus 110 Ampere kekuatan tarik maksimalnya sebesar 106,99 MPa. Terjadinya perbedaan tegangan tarik maksimum pada tiap-tiap spesimen kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan panas yang timbul akibat perbedaan kuat arus pengelasan. Semakin besar kuat arus pengelasan, semakin besar panas yang ditimbulkan dan sangat berpengaruh terhadap struktur material yang terbentuk pada saat spesimen telah dingin. Perbedaan struktur inilah yang kemungkinan menyebabkan terjadinya perbedaan kekuatan tegangan tarik maksimum pada tiap-tiap spesimen. Secara teoritis dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kuat arus pengelasan akan mempengaruhi jumlah nilai kekuatan tarik yang semakin kecil, dengan hal tersebut kuat arus pengelasan merupakan faktor penting dalam penentuan kekuatan sambungan las pada material besi cor kelabu.

3.2 Hasil uji struktur makro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk struktur permukaan bekas patahan saat pengujian tarik. Hasil pengamatan foto makro disimpan dalam bentuk foto makro seperti pada gambar 3.2 – 3.4. Selanjutnya gambar dianalisa bentuk patahannya pada saat pengujian tarik. Proses dari foto makro yaitu benda diletakan dimeja atau lantai, benda spesimen diposisikan untuk mendapatkan gambar yang diinginkan, maka hasilnya dapat dilihat pada gambar berikut:

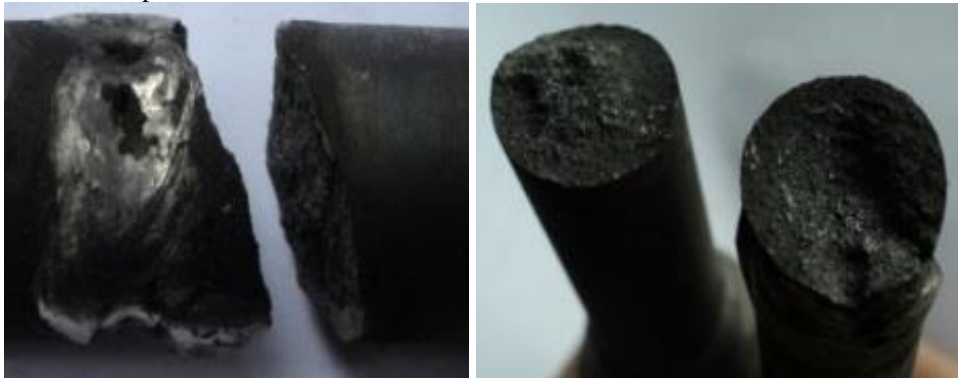
1. Kuat arus 90 Ampere



Gambar 3.2. Foto makro kuat arus 90 A

Jenis patahan spesimen dengan kuat arus 90 Ampere, termasuk jenis patahan ulet, karena hasil patahan tidak rata dan hasil patahan bergelombang.

2. Kuat arus 100 Ampere



Gambar 3.3. Foto makro kuat arus 100 A

Patahan spesimen dengan kuat arus 100 Ampere termasuk jenis patahan ulet, karena hasil patahan tidak rata atau hasil patahan bergelombang.

3. Kuat arus 110 Ampere



Gambar 3.4. Foto makro 110 A

Patahan spesimen dengan kuat arus 110 Ampere termasuk jenis patahan ulet, karena hasil patahan tidak rata atau hasil patahan bergelombang.

Dari foto makro pada permukaan patahan material besi cor kelabu yang telah dilakukan pengelasan dengan variasi arus pengelasan 90 Ampere, 100 Ampere dan 110 Ampere semuanya mengalami patahan ulet yang disebabkan karena adanya tegangan geser yang maksimum. Dimana beban tegangan tarik yang bekerjalah yang berperan dalam menimbulkan tegangan ini, sehingga permukaan patahan nampak kasar. Dari ketiga sampel foto makro semuanya dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan ulet yaitu permukaan patahan yang tidak rata atau bergelombang. Hasil foto makro menunjukkan bahwa bentuk patahan yang terjadi hampir seragam dan tidak ada perbedaan bentuk patahan yang signifikan. Hal tersebut juga sesuai dengan hasil pengujian tarik, dimana pada pengujian tarik terjadi perbedaan namun juga tidak begitu signifikan. Hero, S. (2011), meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus las listrik pada sudut kampuh V ganda terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak pada material ST 37. Hasil penelitiannya menunjukkan terjadi perbedaan kekuatan tarik pada tiap variasi kuat. Perbedaan yang terjadi juga tidak begitu signifikan [13].

Dari hasil uji tarik yang telah dilakukan, rata-rata patahan yang terjadi pada daerah *HAZ* (*Heat Affected Zone*) dan yang lainnya terjadi pada induk logam atau tidak ada patahan di bagian sambungan las. Artinya proses pengelasan dengan menggunakan mesin las SMAW (*Shielded*

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

Metal Arc Welding) ini sangatlah kuat karena pada proses penyambungan menggunakan las ini tidak terjadi patahan dibagian sambungan lasan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengujian terhadap variasi kuat arus pengelasan pada material besi cor kelabu dengan menggunakan pengujian tarik, penulis dapat menyimpulkan:

- Nilai kekuatan tarik maximum terjadi pada spesimen kuat arus 90 Ampere yaitu sebesar 118,54 MPa, kemudian nilai kekuatan tarik minimum terjadi pada spesimen kuat arus 110 Ampere sebesar 106,99 MPa dan pada pengelasan dengan kuat arus 100 Ampere sebesar 111,8 MPa. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa variasi kuat arus yang diterapkan pada proses pengelasan besi cor kelabu mengakibatkan adanya pengaruh terhadap kekuatan tarik material tersebut.
- Dari hasil foto makro yang telah dilakukan, rata-rata patahan yang terjadi pada daerah *HAZ* (*Heat Affected Zone*) dan yang lainnya terjadi pada induk logam atau tidak ada patahan di bagian sambungan las. Ketiga sampel foto makro semuanya dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan ulet karena permukaan patahan yang tidak rata atau bergelombang.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian tentang pengelasan ini adalah:

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menganalisis hubungan antara variasi elektroda, variasi pendinginan, variasi kampuh dan variasi posisi pengelasan.
- Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada *flux*, karena hidrogen akan menyebabkan hasil lasan kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, T. Saito, S. 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- [2] Vlack, Lawrence H. 1985, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Terjemahan Sriati Djaprie. 1981. Jakarta : Erlangga.
- [3] Wiryosumarto. 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta : Pradnya Paramita.
- [4] Arifin, S. 1977, *Las Listrik dan Otogen*, Jakarta : Ghalia Indonesia
- [5] Smith, D. 1984, *Welding Skills and Technology*, New York : McGraw-Hill.
- [6] Suharto. 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta : Rineka Cipta
- [7] Saputra, Hendi. Syarief, Ahmad. 2014, *Analisa Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam Vol. 03 No. 2 pp 91-98. Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- [8] Bintoro G. 2000, *Dasar-dasar Pekerjaan Las*, Yogyakarta: Kanisius.
- [9] Kenyon, W. 1984, *Dasar-dasar Pengelasan*, Jakarta: Erlangga.
- [10] Kou, S. 1987, *Welding Metallurgy*, New York: John Willey Sons, Inc.
- [11] Dieter, George E. 1996, *Metallurgi Mekanik*, Jakarta: Erlangga.
- [12] La Ode, S. 2016, *Pengaruh Sudut Elektroda Pada Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah*. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Halu Oleo Kediri.
- [13] Widharto, S. 2001, *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- [14] ASTM E8M, 2009, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*

- [13] Hero, S. 2011, *Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik Pada Sudut Kampuh V Ganda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Dari Material ST 37*. Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan.