

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST37 HASIL PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN SMAW DENGAN VARIASI KUAT ARUS, DAN MEDIA PENDINGIN

Pedro Ricardo Setiawan¹⁾, Maula Nafi, S.T., M.T.²⁾
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^{1,2,3}
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

Email: pedrosetiawan5@gmail.com¹⁾, maula.nafi@untag-sby.ac.id²⁾

Abstrak— Teknologi pengelasan merupakan bagian integral dari teknologi manufaktur. Dalam pekerjaan pengelasan harus diperhatikan kesesuaian struktur pengelasan untuk mencapai hasil yang terbaik. Untuk melakukan hal tersebut, las harus memperhatikan beberapa hal penting, antara lain efisiensi pengelasan, penghematan energi, penghematan energi dan terkadang biaya rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengelasan logam dengan shielded arc welding (SMAW) menggunakan arus 100 A, 110 A dan 120 A terhadap kuat tarik baja ST37. Pengujian hasil las yang digunakan adalah metode uji destruktif berupa uji tarik (Tensile Test). dan juga penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat kelulusan. Proses pendinginan dilakukan pada baja hasil las ST37, dengan menggunakan air sebagai pendingin, oli bekas dan didinginkan pada suhu ruang. Proses ini berguna untuk meningkatkan kekuatan tarik las ST37 tanpa mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Metode yang di pilih dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan metode eksperimen, kemudian peneliti akan melakukan kontrol yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dan juga menentukan variasi serta metode yang akan di gunakan.

Kata-kata kunci: Baja ST37, kekuatan tarik, kuat arus, Shielded Metal Arc Welding (SMAW), dan struktur mikro

Abstract— Welding technology is an integral part of manufacturing technology. In welding work, pay attention must complete the welding structure to achieve the best results. To do this, welding needs to pay attention to several important things, including welding efficiency, energy saving, energy saving, and sometimes low costs. The purpose of this study was to determine the effect of metal shielded arc welding (SMAW) using 100 A, 110 A, and 120 A on the tensile strength of ST37 steel. The results of the welding test used are the destructive test method in the form of a tensile test. and also this research aims to fulfill the final assignment as a graduation requirement. The cooling process is carried out on ST37 steel welding results, using water as a cooling medium, used oil, and cooled at room temperature. This process is useful for increasing the tensile strength of ST37 welds without changing the overall chemical composition. The method chosen in this study is the experimental method, with the experimental method, then the researcher will carry out controls that aim to investigate possible causal relationships, and also determine the variations and methods to be used.

Keywords: current strength, microstructure, Shielded Metal Arc Welding (SMAW), ST37 steel, and tensile strength

I. PENDAHULUAN

Menggunakan energi panas, dua atau lebih komponen logam digabungkan selama proses pengelasan. Karena peran sentralnya dalam rekayasa dan manufaktur logam, pengelasan sangat penting untuk pertumbuhan dan inovasi industri. Sesuai dengan perencanaan dan desain pekerjaan yang dimaksud, prosedur penyambungan logam seringkali dilakukan pada posisi tertentu. SMAW (Shield Metal Arc Welding) yang biasa dikenal dengan las busur listrik merupakan salah satu metode pengelasan yang memiliki kemampuan untuk melelehkan logam yang dilas, dengan pencairan busur listrik dari mesin las [1].

menyalakan busur listrik itu sulit. Busur listrik yang dihasilkan menjadi tidak stabil. Lasan kecil, seragam, dan penetrasi yang tidak memadai terjadi karena ketidakmampuan pembangkitan panas untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar secara memadai. Kebalikannya juga benar: jika arus terlalu tinggi, elektroda akan meleleh terlalu cepat, menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penetrasi yang lebih dalam, yang menurunkan kekuatan tarik dan meningkatkan kerapuhan las. [1]. Kekuatan arus proses dalam pengelasan juga akan berdampak pada tingkat resistansi, yang akan berdampak pada logam yang dilas. Nilai kekuatan impak logam yang dilas meningkat seiring dengan besarnya arus listrik yang digunakan pada pengelasan SMAW [1]. Tingginya arus yang digunakan dalam pengelasan juga berdampak signifikan pada kekuatan tarik logam. Dengan kuat tarik sebesar 44,08 kgf/mm², sambungan las terbaik antara arus 80 A, 90 A, dan 100 A terjadi pada tegangan 100 A [2].

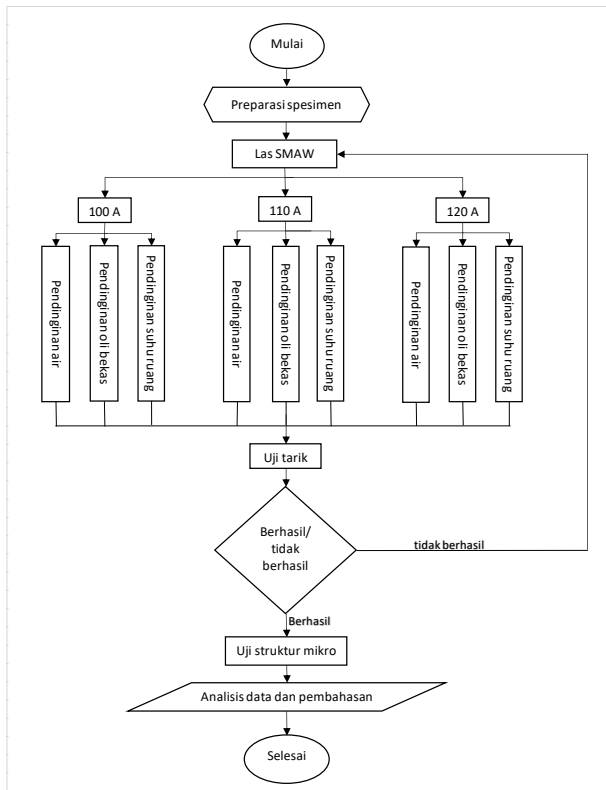
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus, dan pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja ST37, selain itu dilakukan juga untuk menganalisa apa saja perbedaan yang ada pada spesimen penelitian. Peneliti juga berharap agar hasil dari penelitian ini dapat menjadi sebuah acuan yang berguna dalam proses pengelasan terutama pada baja ST37. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi media pendingin yaitu air, oli bekas, dan suhu ruang dan kuat arus dengan arus 100 A, 110 A, dan 120 A.

II. PENELITIAN TERDAHULU

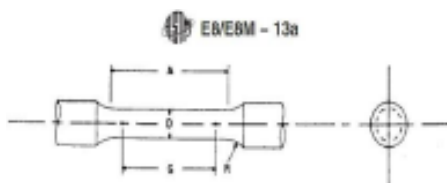
Penelitian ini terinspirasi dari beberapa ulasan diantaranya dengan judul Analisis Tarik baja ST37 setelah dilakukan pengelasan dengan varian media berpendingin SMAW, Analisis perbandingan kuat tarik baja ST37 dengan las busur logam berpelindung (Smaw) dan gas inert logam (Metal Inert Gas) Welding metode. Mig) Menggunakan arus 140 A dan

120 A, Analisis tarik baja ST 37 dengan variasi arus listrik, Media pendingin dan jenis elektroda, dan beberapa buku terkait standar Pokok bahasan tugas akhir ini, dari beberapa penilaian yang dilakukan sekaligus, sampai pada kesimpulan yang sama bahwa semakin tinggi arus listrik, semakin rendah kekuatan tarik, kesimpulan yang sama penulis capai. tetapi studi bervariasi pada jumlah variasi arus dan juga pada fluida pendingin.

III. METODE



Pembentukan spesimen akan dilakukan dengan cara dibubut pada bengkel bubut, dengan menggunakan standar spesimen ASTM E8 dan spesimen berupa baja ST37 dengan ukuran seperti pada gambar 1.



Gambar. 1 Dimensi spesimen uji tarik (ASTM E8)

Spesimen berjumlah 9 buah, masing-masing ditandai dengan tulisan berupa kuat arus dan media pendingin yang akan di uji agar dapat melakukan seluruh rangkaian pengujian dengan tepat dan mendapatkan data yang aktual Proses Pengelasan SMAW variasi arus dan media pendingin

Pengelasan dilakukan dengan metode pengelasan SMAW dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

- Merk : Lakoni
- Voltage : 220 V
- Capacity : 120 A
- Kawat las : 1,6-3,2 mm
- Io : 450W+

- Dimensi : 440 x 260 x 320 mm

A. UJI TARIK

Pengujian tarik akan dilakukan pada Lab Material Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, jika uji tarik gagal maka akan dilakukan kembali pengelasan lalu dilakukan uji tarik kembali. Jika uji tarik telah berhasil maka dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Berikut langkah melakukan uji tarik:

1) Sebelum Percobaan

- a) Spesimen dibentuk sesuai standar
- b) Catat merek, tipe, serial-number, tahun pembuatan, kemampuan mesin dan lain-lain.
- c) Setel mesin secara keseluruhan dan bagian utamanya.
- d) Siapkan dan pasang kertas grafik dan pena pada mesin.
- e) Ukur dan catat dimensi benda uji spesimen sesuai dengan gambar standar benda uji.
- f) Perkirakan beban tertinggi yang diberikan sebagai hambatan atau reaksi terhadap beban luar (akan ditentukan oleh asisten).
- g) Siapkan mesin tarik yang akan digunakan.
- h) Perhatikan dan catat skala pada mesin tarik.
- i) Pasang spesimen pada Crosshead

2) Saat Percobaan

- a) Nyalakan mesin uji tarik, dan perhatikan besarnya beban yield, ultimate, dan patah yang terjadi.
- b) Setelah percobaan, ukur dan catat diameter bagian yang patah serta ukur juga panjangnya spesimen setelah patah.

B. UJI STRUKTUR MIKRO

Uji struktur mikro akan dilakukan di Lab Metalografi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, dengan menggunakan spesimen yang telah dilakukan uji tarik kemudian akan dianalisis menggunakan mikroskop yang telah disediakan di dalam lab. Berikut langkah melakukan uji struktur mikro :

1. Untuk mendapatkan permukaan benda uji yang memenuhi syarat agar dapat diperiksa di bawah mikroskop perlu dilakukan penyiapan benda uji.

- a) Menggunakan spesimen hasil uji tarik.
- b) Menggosok kasar dengan kertas ampelas no. 1 dalam satu arah permukaan baja yang diteliti.
- c) Gosok kasa dilanjutkan dengan amplas no. 0 dengan gosokan pertama arah lurus.
- d) Menggosok permukaan halus dengan kertas amplas no. 500 ke arah sasaran.

- e) Pengamplasan halus dilanjutkan dengan amplas no. 1000 dengan arah yang sama.
- f) Memoles permukaan tersebut pada piring pertama dan dilapisi dengan polishing cloth fuight kehalusan pertama memakai obat poles yang samanya dilakukan pada *Metallography Polishing Table*.
- g) Melanjutkan *polishing* tersebut pada piring kedua yang berputar cepat tetapi dengan lapisan polishing cloth dengan tingkat kehalusan kedua.
- h) Melanjutkan polishing pada piring ketiga & terakhir dan di lapisi dengan polishing clath fuight kehalusan ketiga (paling halus). Periksa permukaan halus dibawah mikroskop untuk memastikan apakah pekerjaan-pekerjaan sebelumnya telah dilakukan benar sehingga permukaan logam benar-benar memenuhi persyaratan untuk etsa.
- i) Etsa permukaan yang telah memenuhi persyaratan dengan bahan etsa (etching reagents).
- j) Meletakkan permukaan yang telah dietsa tersebut dibawah mikroskop optik dengan pembesaran 100 sampai 2000 x.
- k) Memotret struktur mikro.

C. PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN

Pengambilan data dilakukan pada saat uji tarik dengan mengambil data yang ada pada mesin uji coba dan juga mengambil gambar dari struktur mikro yang dilihat menggunakan mikroskop, kemudian data akan diambil dan disimpan untuk analisis lebih lanjut.

D. ANALISIS DATA

Analisis data dilakukan dengan cara menghitung data yang diambil pada mesin dan juga menganalisis gambar yang di ambil pada mikroskop kemudian menyimpulkan perbedaan dari masing-masing spesimen, lalu akan dipaparkan dalam sebuah kesimpulan yang sesuai dengan data yang ada.

E. ALAT DAN BAHAN

1) Alat :

- a) Mesin las
- b) Alat potong (gerinda, gergaji besi, dan lain-lain)
- c) Mesin bubut
- d) Alat uji tarik (Universal Testing Machine)
- e) Mikroskop metalurgi
- f) Kamera
- g) Mikrometer
- h) Jangka sorong

- Bahan :

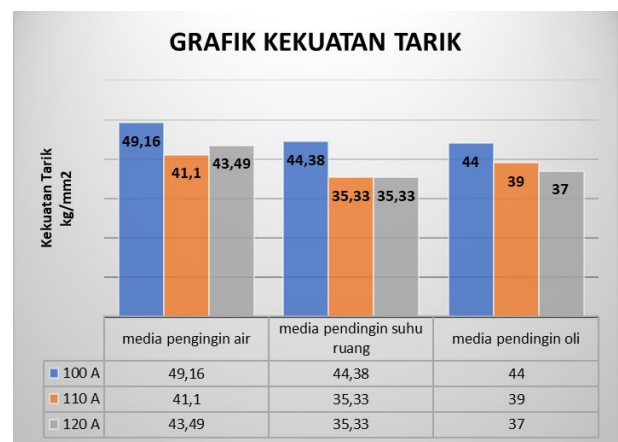
- a) Baja ST37

- b) Elektroda las
- c) Kertas ampelas
- d) Resin katalis
- e) Larutan etsa
- f) aquades

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tarik

Gambar 2 dan 3 merupakan grafik dari data hasil uji tarik yang diambil dari hasil pengujian tarik di lab Material Untag Surabaya, data pada grafik diatas diambil dari perhitungan tegangan maksimumnya (kg/mm²), karena hasil tersebut adalah hasil beban maksimum yang telah dibagi dengan luas penampang sehingga dapat dikatakan data tersebut merupakan data final dari hasil pengujian tarik. Dari hasil diatas dapat dilihat nilai tertinggi hingga terendah sebagai berikut:

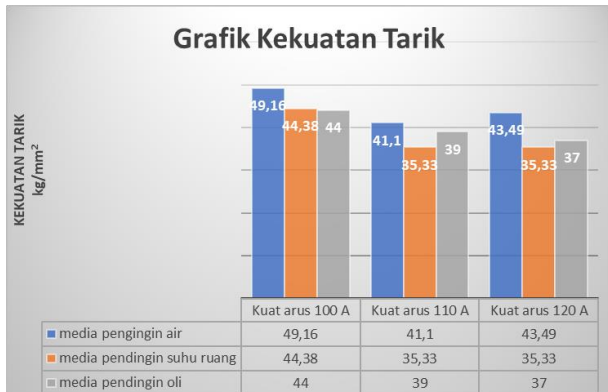


Gambar 2. Grafik Kekuatan Tarik Hasil Uji Tarik 1

Gambar 2 merupakan grafik dari data hasil uji tarik yang diambil dari hasil pengujian tarik di lab Material Untag Surabaya, data pada grafik diatas diambil dari perhitungan tegangan maksimumnya (kg/mm²), karena hasil tersebut adalah hasil beban maksimum yang telah dibagi dengan luas penampang sehingga dapat dikatakan data tersebut merupakan data final dari hasil pengujian tarik. Dari hasil diatas dapat dilihat nilai tertinggi hingga terendah sebagai berikut:

1. Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi kekuatan tarik pengelasan media pendingin air menggunakan arus pengelasan 100 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 49,16 kg/mm² dan nilai terendahnya ada di pengelasan dengan kuat arus 110 A dengan kekuatan tarik sebesar 41,1 kg/mm²
2. Pada pengelasan dengan media pendingin suhu ruang di dapat nilai tertinggi yaitu sebesar 44,38 kg/mm² dengan arus pengelasan 100 A, dan nilai terendahnya sebesar 35,33 kg/mm² dengan arus pengelasan 110 A dan 120 A.

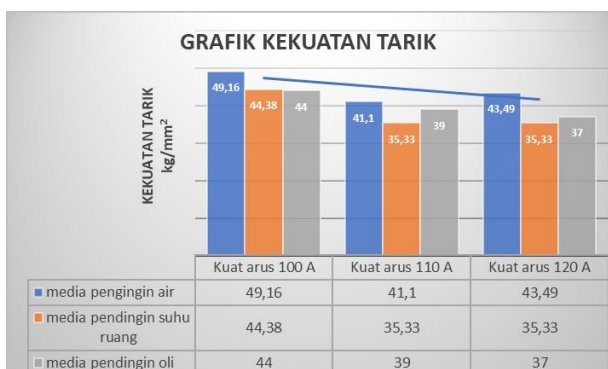
Pada pengelasan dengan menggunakan media pendingin oli didapat nilai tertinggi yaitu sebesar 44 kg/mm² dengan menggunakan arus pengelasan 100 A, dan nilai terendahnya sebesar 37 kg/mm² dengan menggunakan arus pengelasan 120 A.



Gambar 3. Grafik Kekuatan Tarik Hasil Uji Tarik 2

1. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi kekuatan tarik dengan arus pengelasan 100 A menggunakan media pendingin air dengan nilai kekuatan tarik sebesar 49,16 kg/mm² dan nilai terendahnya ada di media pendingin oli kotor dengan kekuatan tarik sebesar 44 kg/mm²
2. Pada pengelasan dengan arus 110 A didapat nilai tertinggi yaitu sebesar 41,1 kg/mm² dengan media pendingin air, dan nilai terendahnya sebesar 35,33 kg/mm² dengan media pendingin suhu ruang.
3. Pada pengelasan dengan menggunakan arus 120 A didapat nilai tertinggi yaitu sebesar 43,49 kg/mm² dengan menggunakan media pendingin air, dan nilai terendahnya sebesar 35,33 kg/mm² dengan media pendingin suhu ruang

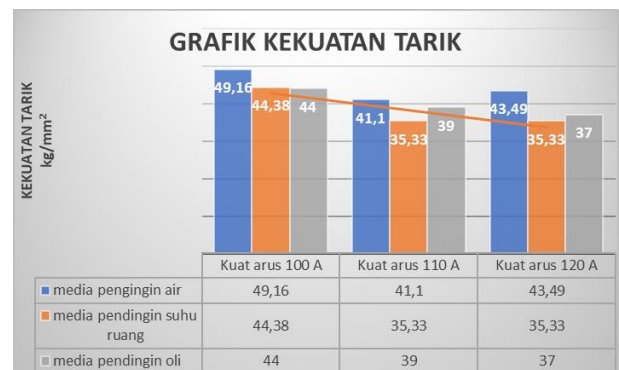
Berdasarkan nilai tertinggi dan terendahnya maka dapat dilihat trend pada gambar 4 , trend adalah serangkain (uptrend) atau ke bawah (downtrend). Jika di lihat pada grafik di atas maka dapat di analisis garis trend sebagai berikut:



Gambar 4. Trendline grafik kekuatan tarik dengan media pendingin air

Dapat dilihat secara visual dari gambar 4 diatas maka dapat disimpulkan bahwa *trendline* dengan media pendingin air

cenderung menurun dari tiap kuat arus, dengan nilai yang paling rendah berada pada pengelasan dengan kuat arus 110 A dengan kekuatan tarik sebesar 41,1 kg/mm², kecenderungan menurun di sebabkan oleh kuat arus pengelasan yang besar , dari hasil pengamatan saat melakukan persiapan spesimen, semakin besar kuat arus pengelasan maka material yang di las menjadi melebur karena panas yang terlalu tinggi, hal ini bisa menjadi salah satu penyebab kekuatan tarik dari hasil pengelasan tersebut menurun sama seperti yang dituliskan pada buku Teknologi pengelasan [5], tidak sekuat kekuatan tarik dengan arus pengelasan 100 A.



Gambar 5. Trendline grafik kekuatan tarik dengan media pendingin suhu ruang

Dapat dilihat secara visual dari gambar 5 diatas maka dapat disimpulkan bahwa *trendline* dengan media pendingin suhu ruang cenderung menurun juga sama halnya dengan media pendingin air ,dari tiap kuat arus, dengan nilai yang paling rendah berada pada pengelasan dengan kuat arus 110A dan 120A dengan nilai kekuatan tarik yang sama sebesar 35,33 kg/mm², dengan kecenderungan *trendline* menurun disebabkan oleh kuat arus pengelasan yang besar, namun penyebab nilai kekuatan tarik yang sama bisa disebabkan oleh suhu ruang yang bisa saja tidak tetap karena perubahan cuaca yang sering terjadi akibat musim hujan pada saat ini seperti yang dituliskan pada buku Teknik Las SMAW [8], dan juga dari hasil pengamatan saat melakukan persiapan spesimen, semakin besar kuat arus pengelasan maka material yang dilas menjadi melebur karena panas yang terlalu tinggi, hal ini bisa menjadi salah satu penyebab kekuatan tarik dari hasil pengelasan tersebut menurun, tidak sekuat kekuatan tarik dengan arus pengelasan 100 A.



Gambar 6. *Trendline* grafik kekuatan tarik dengan media pendingin oli

Dari gambar 6 diatas maka dapat disimpulkan bahwa *trendline* dengan media pendingin oli cenderung menurun dari tiap kuat arus, sama halnya dengan media pendingin air dan juga suhu ruang dengan nilai yang paling rendah berada pada pengelasan dengan kuat arus 120 A dengan kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm², kecenderungan menurun disebabkan oleh kuat arus pengelasan yang besar, dari hasil pengamatan saat melakukan persiapan spesimen, semakin besar kuat arus pengelasan maka material yang dilas menjadi melebur karena panas yang terlalu tinggi seperti yang dituliskan pada buku Teknologi pengelasan [5], sama dengan nilai kekuatan tarik spesimen dengan media pendingin lainnya yang cenderung turun seiring dengan pertambahan kuat arus pengelasan, maka dari data dapat dilihat secara jelas bahwa pengelasan dengan arus yang semakin besar dapat mempengaruhi kekuatan dari spesimen.

B. Grafik Tegangan dan Regangan Arus Pengelasan 100 A



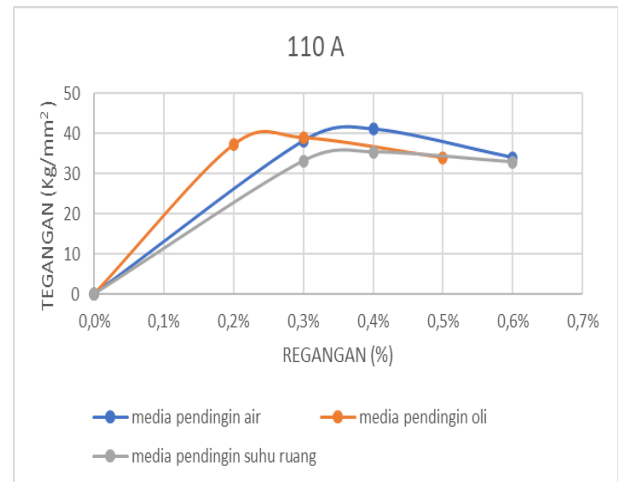
Gambar 7. Grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 100 A

Gambar 7 adalah grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 100 A yang datanya didapatkan melalui data hasil uji tarik yang di olah menjadi data yang dipakai di atas, dari data di atas dapat dilihat bahwa :

1. Pengelasan dengan arus 100 A dengan menggunakan media pendingin air memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 45,68 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 49,16 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 45 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,6%, regangan maksimal sebesar 0,8% , dan regangan putus sebesar 0,9%.
2. Pengelasan dengan arus 100 A dengan menggunakan media pendingin oli memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 40,2 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 44 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 38,97 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,3%, regangan maksimal sebesar 0,4% , dan regangan putus sebesar 0,5%.

Pengelasan dengan arus 100 A dengan menggunakan media pendingin suhu ruang memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 41,5 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 44,38 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 40,6 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,5%, regangan maksimal sebesar 0,7% , dan regangan putus sebesar 0,8%.

C. Grafik Tegangan dan Regangan Arus Pengelasan 110 A



Gambar 8. Grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 110 A

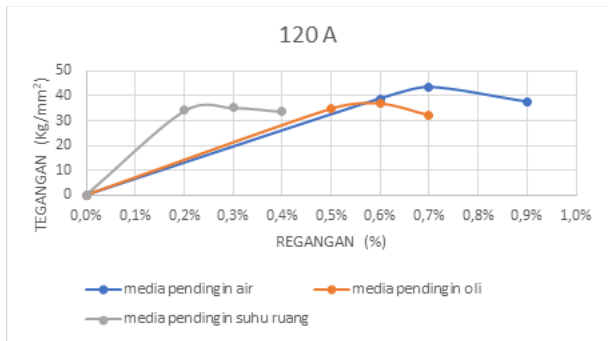
Gambar 8 adalah grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 110 A yang datanya didapatkan melalui data hasil uji tarik yang di olah menjadi data yang dipakai di atas, dari data di atas dapat dilihat bahwa :

1. Pengelasan dengan arus 110 A dengan menggunakan media pendingin air memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 38,2 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 41,1 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 34 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,3%, regangan maksimal sebesar 0,4% , dan regangan putus sebesar 0,6%.
2. Pengelasan dengan arus 110 A dengan menggunakan media pendingin oli memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 37,32 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 39 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 34 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,2%, regangan maksimal sebesar 0,3% , dan regangan putus sebesar 0,5%.
3. Pengelasan dengan arus 110 A dengan menggunakan media pendingin suhu ruang memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 33,14 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 35,33 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 32,84 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,2%, regangan maksimal sebesar 0,4% , dan regangan putus sebesar 0,6%.

Dari hasil analisis gambar 8 dapat dilihat bahwa media pendingin air sangat baik dilihat dari nilai tegangan dan

regangan jika dibandingkan dengan media pendingin suhu ruang, namun setara dengan nilai regangan pada media pendingin oli.

D. Grafik Tegangan dan Regangan Arus Pengelasan 120 A



Gambar 9. grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 120 A

Gambar 9 adalah grafik tegangan dan regangan dengan arus pengelasan 120 A yang datanya didapatkan melalui data hasil uji tarik yang di olah menjadi data yang dipakai di atas, dari data di atas dapat dilihat bahwa :

1. Pengelasan dengan arus 120 A dengan menggunakan media pendingin air memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 38,81 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 43,49 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 37,61 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,6%, regangan maksimal sebesar 0,7% , dan regangan putus sebesar 0,9%.
2. Pengelasan dengan arus 120 A dengan menggunakan media pendingin oli memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 34,93 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 37 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 32,24 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,5%, regangan maksimal sebesar 0,6% , dan regangan putus sebesar 0,7%.
3. Pengelasan dengan arus 120 A dengan menggunakan media pendingin suhu ruang memperoleh nilai tegangan luluh sebesar 34,11 kg/mm² , tegangan maksimal sebesar 35,33 kg/mm², dan nilai tegangan putus sebesar 33,79 kg/mm². Kemudian nilai regangan luluh sebesar 0,2%, regangan maksimal sebesar 0,3% , dan regangan putus sebesar 0,4%.

Dari hasil analisis gambar 9 dapat dilihat bahwa media pendingin air sangat baik dilihat dari nilai tegangan dan regangan jika dibandingkan dengan media pendingin oli dan juga suhu ruang.

E. Hasil Uji Struktur Mikro

Hasil foto struktur mikro diatas diambil dari pengamatan daerah HAZ dengan perbesaran 500 kali, HAZ adalah zona

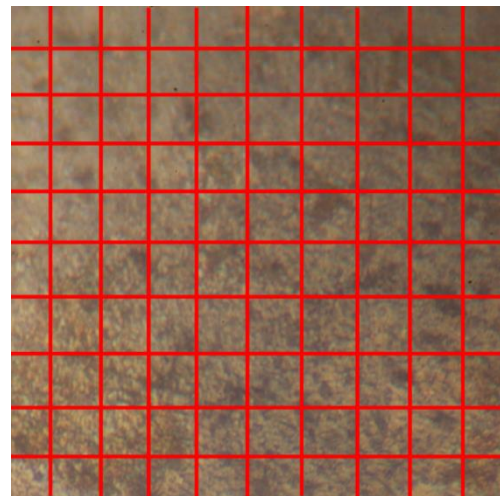
yang terpengaruh panas atau yang terkena suhu tinggi. Zona ini memiliki dampak negatif pada desain dan struktur logam.

Tabel 1. Tabel Gambar Hasil Uji Struktur Mikro

Kuat Arus (A)	Media Pendingin		
	Air	Oli	Suhu Ruang
100 A			
110 A			
120 A			

F. Perhitungan Persentase Fasa Ferit dan Perlit Struktur Mikro

1) Pengelasan Kuat Arus 100 A Dengan Media Pendingin Air



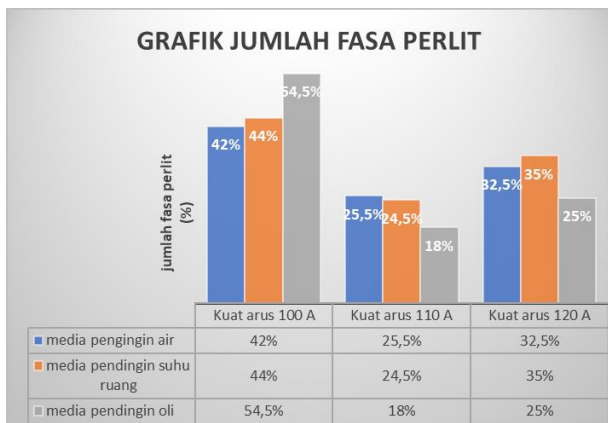
a. Menghitung jumlah Fasa perlit dengan metode Point Count

$$\begin{aligned} \% \text{ Fasa Perlit} &= \frac{\text{Jumlah Titik Fasa Perlit}}{\text{Jumlah Total Titik}} \times 100\% \\ &= \frac{(4 \times 1) + (76 \times 1/2)}{100} \times 100\% = 42\% \end{aligned}$$

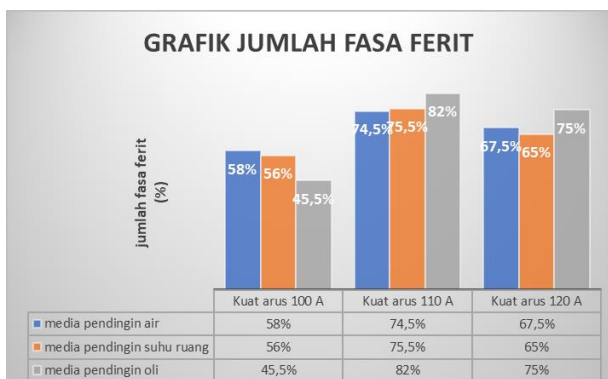
b. Menghitung jumlah Fasa ferit

$$\begin{aligned} \% \text{ Fasa Ferit} &= \frac{\text{Jumlah Titik Fasa Ferit}}{\text{Jumlah Total Titik}} \times 100\% \\ &= \frac{(20 \times 1) + (76 \times 1/2)}{100} \times 100\% = 58\% \end{aligned}$$

Setelah menghitung semua persentase ferit dan perlit, maka data yang didapatkan akan dibuat menjadi grafik batang seperti di bawah ini:



Gambar 10. Grafik Jumlah Fasa Perlit



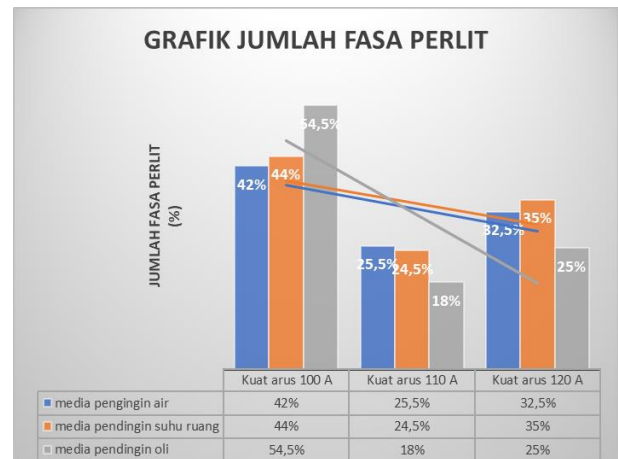
Gambar 11. Grafik Jumlah Fasa Ferit

Gambar 4.9 dan gambar 4.10 merupakan grafik dari data hasil perhitungan jumlah Fasa ferit dan perlit yang diambil dari hasil pengujian struktur mikro di lab metalografi Untag Surabaya, data pada grafik di atas diambil dari perhitungan jumlah Fasa perlit dan ferit yang dihitung menggunakan metode *Point Count*, dari hasil di atas dapat dilihat nilai tertinggi hingga terendah sebagai berikut:

1. Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah Fasa perlit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 100 A dengan media pendingin oli dengan jumlah Fasa sebesar 54,5%, dan nilai terendahnya sebesar 42% dengan media pendingin air
2. Jumlah Fasa perlit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 110 A adalah sebesar 25,5% dengan media pendingin air, dan nilai terendahnya sebesar 18% dengan media pendingin oli
3. Jumlah Fasa perlit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 120 A adalah sebesar 35% dengan media pendingin suhu ruang, dan nilai terendahnya sebesar 25% dengan media pendingin oli
4. Jumlah Fasa ferit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 100 A adalah sebesar 58% dengan media pendingin air, dan nilai terendahnya sebesar 45,5% dengan media pendingin oli
5. Jumlah fasa ferit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 110 A adalah sebesar

- 82% dengan media pendingin oli, dan nilai terendahnya sebesar 74,5% dengan media pendingin air
6. Jumlah fasa ferit tertinggi pada spesimen dengan pengelasan menggunakan kuat arus 120 A adalah sebesar 75% dengan media pendingin oli, dan nilai terendahnya sebesar 65% dengan media pendingin suhu ruang

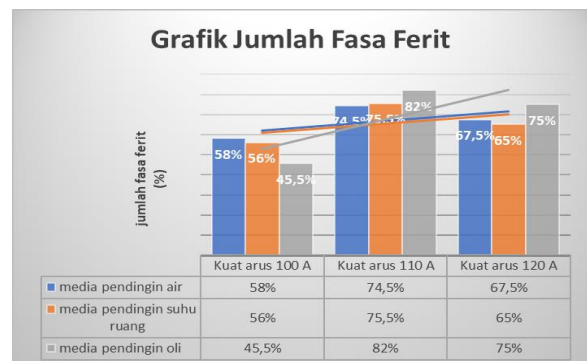
Dari data jumlah fasa diatas dari tertinggi hingga yang terendah maka dapat ditentukan *trendline* pada grafik sebagai berikut:



Gambar 12. *trendline* grafik jumlah fasa perlit

Dilihat dari *trendline* pada gambar 4.12 jumlah fasa perlit diatas maka dapat diamati bahwa garisnya cenderung menurun, dari pendapat peneliti yang mengakibatkan penurunan fasa ini adalah penambahan kuat arus dan juga media pendingin yang dipakai, dapat dilihat bahwa media pendingin juga berpengaruh dalam penurunan fasa perlit ini. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi arus pengelasan maka kekuatan dari baja juga semakin menurun seperti yang dituliskan pada Buku Pengantar Material Teknik [6] .

Berbeda dengan *trendline* pada gambar 4.13 adalah grafik jumlah fasa ferit , *trendline* jumlah fasa ferit diatas mengalami kenaikan, dari pendapat peneliti fasa ini mengalami kenaikan yang menandakan bahwa semakin tinggi kuat arus pengelasan maka baja ST37 akan semakin lunak dan ulet seperti yang dituliskan pada Buku Pengantar Material Teknik [6].



Gambar 13. *trendline* grafik jumlah fasa ferit

G. Pembahasan

Pada pembahasan kali ini Penulis akan menampilkan grafik kekuatan tarik, grafik jumlah fasa perlit dan ferit untuk melihat apakah ada hubungan atau korelasi antar variasi kuat arus dan media pendingin terhadap hasil uji tarik dan struktur mikro.

1) Hubungan Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Media Pendingin Terhadap Hasil Pengujian Tarik



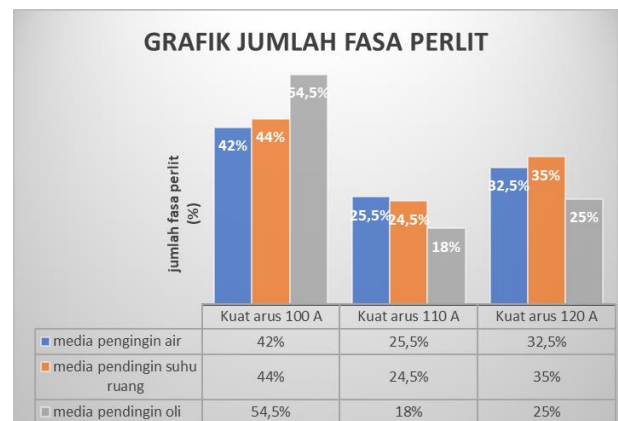
Gambar 14. Grafik kekuatan tarik

Proses pengelasan dengan variasi kuat arus dan media pendingin berpengaruh pada nilai kekuatan tarik pada baja ST37, Seperti yang tertera pada gambar 10 grafik hasil uji tarik, dari grafik dilihat bahwa seiring bertambahnya kuat arus pengelasan maka kekuatan tariknya juga ikut menurun kecuali pada media pendingin air, pada arus pengelasan 100 A dengan media pendingin air menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 49,16 kg/mm², untuk arus pengelasan 110 A dengan media pendingin air mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 8,06 kg/mm² dan menjadi 41,1 kg/mm², kemudian dengan arus pengelasan 120 A dengan media pendingin air sebaliknya tidak seperti pengelasan dengan arus 110 A yang mengalami penurunan kekuatan tarik namun malah mengalami kenaikan lebih tinggi dari pada arus 110 A yaitu dengan nilai kekuatan tarik sebesar 43,49 kg/mm², hal ini menandakan bahwa media pendingin air cukup berfungsi sebagai media pendingin yang menambah nilai kekuatan tarik walau di arus pengelasan yang tinggi.

Proses pengelasan dengan media pendingin suhu ruang jika dilihat dari data pada grafik hasil uji tarik yang ada pada gambar 10 maka dapat dilihat bahwa media pendingin suhu ruang kurang baik dalam mempertahankan kekuatan tarik dan juga kurang efektif dalam mengurangi dampak dari pengelasan dengan arus pengelasan yang tinggi, dilihat dari nilai kekuatan tarik yang menurun seiring bertambahnya arus pengelasan seperti arus pengelasan 100 A yang kekuatannya sebesar 44,38 kg/mm² kemudian menurun menjadi 35,33 kg/mm² di arus pengelasan 110 A yang kalau dihitung mengalami penurunan sebesar 9,05 kg/mm² lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan media pendingin air. Hal ini terjadi karena suhu ruang yang kurang stabil dan juga media pendingin suhu ruang merupakan media yang bukan berupa cairan maka dari itu kekuatan tarik mengalami penurunan

dengan jumlah yang cukup tinggi. Proses pengelasan dengan media pendingin oli jika dilihat dari data pada grafik hasil uji tarik pada gambar 7 maka dapat disimpulkan bahwa media pendingin oli lebih baik dari media suhu ruang namun tidak lebih baik dari pada media pendingin air dalam mempertahankan nilai kekuatan tarik seiring naiknya kuat arus pengelasan, seperti dari arus pengelasan 100 A nilai tariknya sebesar 44 kg/mm², dan mengalami penurunan sebesar 5 kg/mm² di arus pengelasan 110 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 39 kg/mm², dan turun lagi sebesar 2 kg/mm² pada arus pengelasan 120 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm² hal ini menunjukkan bahwa media pendingin oli lebih stabil mempertahankan nilai kekuatan tarik dan mengurangi dampak dari penambahan arus pengelasan pada baja ST37, namun media pendingin oli tidak lebih baik dari pada air karena penulis menduga bahwa oli yang digunakan adalah oli bekas maka dari itu kurang baik dalam proses pendinginan, tidak sama dengan media pendingin air yang menggunakan akuades atau air murni tanpa campuran lain.

2) Hubungan Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Media Pendingin Terhadap Hasil Pengujian Struktur Mikro



Gambar 15. Grafik Jumlah fasa perlit

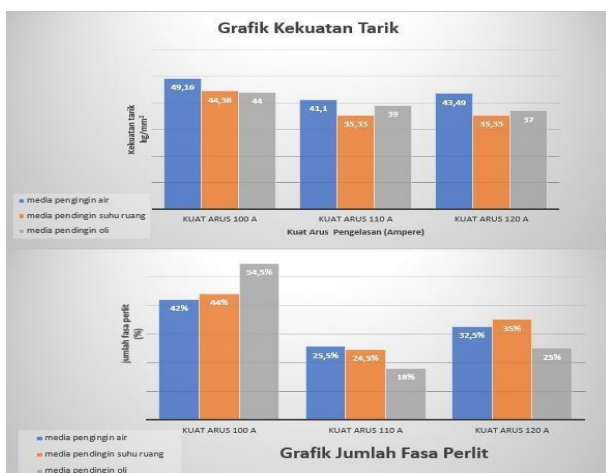
Proses pengelasan dengan variasi kuat arus dan media pendingin berpengaruh pada jumlah fasa perlit pada baja ST37, Seperti yang tertera pada gambar 11, dari grafik dilihat bahwa seiring bertambahnya kuat arus pengelasan maka jumlah fasa perlit juga ikut menurun namun tidak menurun pada arus pengelasan 120 A, pada arus pengelasan 100 A dengan media pendingin air jumlah fasa perlit sebesar 42%, untuk arus pengelasan 110 A dengan media pendingin air mengalami penurunan jumlah perlit sebesar 16,5% dan menjadi 25,5%, kemudian dengan arus pengelasan 120 A dengan media pendingin air sebaliknya tidak seperti pengelasan dengan arus 110 A yang mengalami penurunan jumlah fasa perlit namun sebaliknya mengalami kenaikan lebih tinggi dari pada arus 110 A namun lebih kecil dari pada arus 100 A yaitu dengan jumlah fasa perlit sebesar 32,5%.

Proses pengelasan dengan media pendingin suhu ruang jika dilihat dari data yang ada pada gambar 11 maka dapat dilihat bahwa media pendingin suhu ruang memiliki data yang berbeda sedikit dengan media pendingin air, dilihat dari

jumlah perlit yang menurun seiring bertambahnya arus pengelasan seperti arus pengelasan 100 A yang jumlah perlitnya sebesar 44% kemudian menurun menjadi 24,5 % di arus pengelasan 110 A yang kalau dihitung mengalami penurunan sebesar 19,5% lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan media pendingin air. Hal ini terjadi karena suhu ruang yang kurang stabil dan juga media pendingin suhu ruang merupakan media yang bukan berupa cairan maka dari itu jumlah perlit mengalami penurunan dengan jumlah yang cukup tinggi hal ini menandakan bahwa baja ST37 kekuatan dan juga kekerasannya menurun karena perlit bersifat kuat dan keras seperti yang dituliskan di Buku Panduan Metalografi [7].

Proses pengelasan dengan media pendingin oli jika dilihat dari data pada gambar 11 maka dapat di simpulkan bahwa media pendingin oli lebih baik dari media suhu ruang dan air jika dengan pengelasan 100 A namun tidak lebih baik dari pada media pendingin air dan suhu ruang dalam mempertahankan nilai kekuatan tarik seiring naiknya kuat arus pengelasan, seperti dari arus pengelasan 100 A jumlah perlit sebesar 54,5% , dan mengalami penurunan sebesar 36,5% di arus pengelasan 110 A jumlah perlit sebesar 18% , namun terjadi kenaikan jumlah perlit sebesar 7% pada arus pengelasan 120 A dengan jumlah perlit sebesar 25% hal ini menunjukkan bahwa media pendingin oli tidak baik dalam mempertahankan jumlah perlit di arus pengelasan yang tinggi, namun media pendingin oli tidak lebih baik dari pada air karena penulis menduga bahwa oli yang digunakan adalah oli bekas maka dari itu kurang baik dalam proses pendinginan, tidak sama dengan media pendingin air yang menggunakan aquades atau air murni tanpa campuran lain sehingga mempengaruhi jumlah perlit yang ada pada spesimen hasil pengujian.

3) Hubungan Hasil Uji Tarik dan Struktur Mikro



Gambar 16. Grafik Hasil Uji Tarik dan Struktur Mikro

Gambar 12 merupakan grafik data hasil uji tarik dan struktur mikro dari grafik dapat dilihat bahwa kedua grafik mengalami penurunan kekuatan tarik maupun jumlah fasa perlit di pertambahan arus pengelasan yang berarti sama-sama mengalami penurunan kekuatan tarik dan juga kekuatan serta

kekerasan yang merupakan sifat perlit yang berarti setiap pertambahan kuat arus pengelasan akan mengakibatkan kekuatan dari baja ST37 menurun juga, namun hal ini bisa diatasi agar tidak turun secara drastis yaitu dengan menggunakan media pendingin.

Jika di perhatikan secara lebih teliti maka yang terlihat pada gambar 12 maka kedua grafik ini memiliki hubungan antara jumlah fasa perlit dan juga kekuatan tarik, yang artinya jumlah fasa perlit mempengaruhi jumlah kekuatan tarik, sebagai contoh dapat dilihat dari perbandingan di arus pengelasan 100 A , di grafik kekuatan tarik dengan media pendingin air memiliki kekuatan tarik yang paling besar jika dibandingkan dengan media pendingin suhu ruang dan oli dengan nilai kekuatan tarik sebesar 49,16 kg/mm² tetapi pada grafik jumlah fasa perlit di arus pengelasan 100 A dengan media pendingin air memiliki jumlah perlit paling sedikit jika dibandingkan dengan media pendingin suhu ruang dan media pendingin oli yaitu sebesar 42% yang berarti jika jumlah perlit semakin sedikit maka kekuatan tarik semakin besar.

Namun sebaliknya jika dilihat seiring bertambahnya kuat arus seperti pada arus pengelasan 110 A dan 120 A yang jumlah perlitnya tidak mempengaruhi kekuatannya tarik lagi, sebagai contoh di pengelasan dengan kuat arus 110 A dan 120 A dengan media pendingin oli memiliki jumlah perlit yang lebih sedikit dari pada media pendingin air tetapi kekuatan tarik dengan media pendingin air sebaliknya lebih besar dari pada media pendingin oli, hal ini menunjukkan bahwa hanya ada hubungan antara jumlah perlit dan kekuatan tarik hanya di arus pengelasan 100 A saja.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengelasan material baja ST37 dengan pengelasan SMAW menggunakan variasi kuat arus dan media pendingin dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian tarik dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A dan media pendingin air, oli bekas, dan suhu ruang. Kekuatan tarik terbesar berada di pengelasan 100 A dengan media pendingin air yaitu dengan kekuatan tarik sebesar 49,16 kg/mm² dan perpanjangan 0,9% , dan kekuatan tarik terendah berada di pengelasan dengan arus 120 A dengan kekuatan tarik sebesar 35,55 kg/mm² dengan perpanjangan 0,4%, kesimpulannya yaitu semakin tinggi kuat arus pengelasan maka semakin rendah kekuatan tariknya.
2. Bahwa struktur mikro pada baja ST37 yang dilihat menggunakan perbesaran sebesar 500x pada daerah HAZ dan dihitung menggunakan metode point count mendapatkan bahwa fasa ferrit tertinggi ada pada pengelasan dengan kuat arus 110 A dengan media pendingin oli yaitu dengan jumlah fasa ferrit sebesar 82% dan fasa ferrit terendah berada pada pengelasan dengan arus 100A dengan media pendingin oli yaitu dengan jumlah fasa perlit tertinggi ada pada pengelasan dengan kuat arus 100 A dengan media pendingin oli yaitu dengan jumlah fasa perlit sebesar 54,5% dan fasa perlit terendah berada pada pengelasan dengan arus 110A dengan media pendingin oli yaitu

dengan jumlah fasa sebesar 18%. Kesimpulannya adalah semakin tinggi arus pengelasan maka semakin tinggi fasa ferit yang menandakan spesimen semakin lunak dan ulet.

REFERENSI

- [1] Y. Maulana, "ANALISIS KEKUATAN TARIK BAJA ST37 PASCA PENGELASAN DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN MENGGUNAKAN SMAW Yassyir Maulana," *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 02, no. 01, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v1i2.545>.
- [2] A. Sebayang, E. Tarigan, and S. Siahaan, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Plat Baja ST 37 dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) Menggunakan Arus 140 A dan 120 A," *JURNAL ILMIAH CORE IT*.
- [3] H. Istiqlaliyah and A. Mufarrir, "Analisa pengaruh variasi kuat arus, media pendingin, dan merk elektroda terhadap kekuatan tarik dan distorsi sudut sambungan baja st 37," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 11, no. 1, pp. 41–45, Mar. 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i1.50.
- [4] B. Bagaskara, S. M. B. Respati, and M. Dzulfikar, "PENGARUH POSISI PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK, FOTO MAKRO DAN MIKRO PADA BAJA ST 37 DENGAN PENGELASAN SMAW UNTUK RANGKA BILLBOARD," *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*, vol. 15, no. 2, Oct. 2019, doi: 10.36499/jim.v15i2.3078.
- [5] M. Mulyadi, "Buku Ajar Teknologi Pengelasan," *Buku Ajar Teknologi Pengelasan*, Aug. 2020, doi: 10.21070/2020/978-623-6833-69-8.
- [6] B. T. Sofyan, *Pengantar Material Teknik*, 2nd ed. Bogor: UNHAN RI PRESS, 2021. [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/1814>
- [7] V. A. Manurung, S. Y. Baskoro, and Y. T. J. Wibowo, *PANDUAN METALOGRAFI*. Jakarta: LP2M Politeknik Manufaktur Astra, 2019. Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/505921876/Panduan-Metalografi>
- [8] Sukaini, Tarkina, and Fandi, *Teknik Las SMAW (Teknik Pengelasan Kapal)*. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.
- [9] W. D. Callister and D. G. Rethwisch, *Materials science and engineering : an introduction*. Hoboken, Nj Wiley, 2020.
- [10] T. G. Imami, "Analisis Struktur Mikro Baja Tulangan Karbon Sedang," 2017.
- [11] A. C, *ASTM Standart American Society For Testing Materials*. 1985.