

Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro menggunakan Pengelasan SMAW Kampuh U Ganda Baja ST 42

Aditya Dwi Lsaksono¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³⁾,

^{2,3}Dosen Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Malang Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, ¹Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Malang.
Jalan MT. Haryono 193, Malang.

adityadwilaksono01@gmail.com

priyagung@unisma.ac.id

ununglesmanah@yahoo.com

Pengelasan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari pertumbuhan dan perkembangan industri karena memiliki peran yang penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin suatu pembangunan konstruksi yang menggunakan logam tidak melibatkan unsur pengelasan. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah jenis ST 42 yang dilakukan pengelasan menggunakan variasi arus 80 A, 100 A dan 120 A dengan elektroda E6013. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan Tarik dan struktur mikro pada baja ST 42 setelah pengelasan. Dari hasil penelitian diperoleh kekesimpulan bahwa nilai kekuatan tarik pada arus 80 A memiliki rata-rata 417,6 N/mm² dengan persentase perlit 43,955 dan ferrit 56,045. Penggunaan arus 100 A menghasilkan kekuatan tarik 462,4 N/mm² dengan persentase perlit 52,284 dan ferrit 47,716 sedangkan pada penggunaan arus 120 A menghasilkan nilai kekuatan tarik 483,733 N/mm² dengan persentase perlit 65,657 dan ferrit 34,343. Berubahnya nilai kekuatan tarik dari hasil pengelasan terjadi akibat adanya perubahan perbedaan struktur mikro yang terjadi selama proses pengelasan berlangsung, Semakin banyak dan rapat posisi unsur perlite maka menunjukkan kekuatan tarik semakin besar dan begitu pula sebaliknya.

Kata kunci : Las SMAW, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Variasi Arus, Baja ST 42.

Pendauluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi dalam bidang konstruksi, pengelasan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari perkembangan dan pertumbuhan industri, karena memiliki peran yang penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir disetiap pembangunan suatu konstruksi yang menggunakan logam melibatkan unsur pengelasan. Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam khususnya baja untuk menghasilkan sebuah konstruksi mesin dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Baja memiliki spesifikasi dan jenis yang beragam dan tidak semua mempunyai sifat mampu las yang baik. (Rizki Wahyudi & Nurdin Saifuddin, 2019)

Kelemahan dari pengelasan itu adalah timbulnya lonjokan yang disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah las yang mengakibatkan turunya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa dan retak akibat proses pengelasan. Kemudian kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pengelasan dikarenakan kualitas sambungan yang tidak kuat akibat tegangan tinggi disekitar las yang dihasilkan dari temperature pengelasan. Untuk menghindari kelemahan dari kekurangan tersebut pada penelitian ini menggunakan variasi arus Arus 80, 100 dan 120 ampere.

Pada penelitian ini menggunakan baja ST 42 yang di las menggunakan

elektroda E6013 dengan variasi arus 80, 100 dan 120 ampere. Kemudian didinginkan menggunakan pendingin udara, lalu diambil foto struktur mikro dengan pembesaran 200 X untuk mengetahui kandungan ferit dan perlit di HAZ.

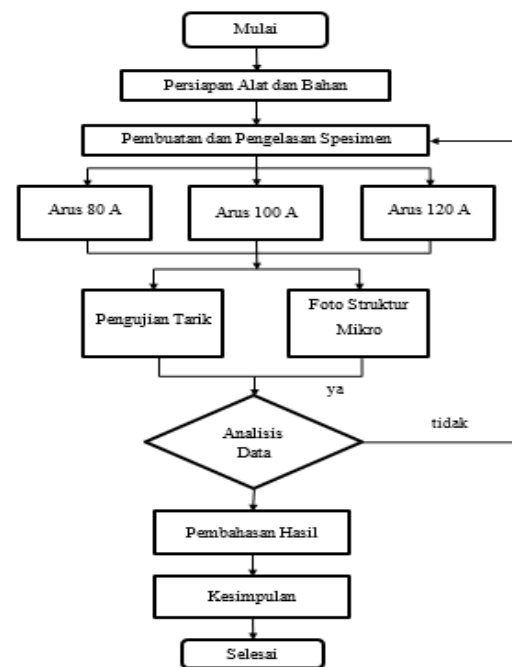
METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitrian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen nyata dengan melakukan pengujian langsung dilapangan setelah mendapatkan data langsung di analisa kekuatan tarik dan struktur mikro dari hasil variasi arus.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu baja karbon rendah ST 42 dengan panjang keseluruhan 200 mm lebar 12,5 mm dan tebal 10 mm.



Gambar 3.2 Diagram Alir

Hasil Penelitian

Kekuatan Tarik

Kuat Arus (A)	Lebar Awal (Do) mm	Panjang Awal (Lo) mm	Panjang Akhir (Li) mm	Beban (F) kN	Tegangan Tarik (σ) kN/mm ²	Regangan (ε) %	Modulus Elastisitas (E) kN/mm ²
	12,5	200	206	52,4	0,4192	0,03	1410,667
80	12,5	200	207	53,2	0,4256	0,035	1216
	12,5	200	205	51	0,408	0,025	1632
	12,5	200	207	57,5	0,46	0,035	1314,28571
100	12,5	200	206	55,9	0,4472	0,03	1490,66667
	12,5	200	208	60	0,48	0,04	1200
	12,5	200	210	61,5	0,492	0,05	984
120	12,5	200	209	60,6	0,4848	0,045	1077,33333
	12,5	200	208	59,3	0,4744	0,04	1186

Pengujian pertama menggunakan variasi arus 80 A yang memiliki nilai kekuatan tarik paling kecil dengan rata-rata yaitu 417,6 KN/mm². Nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada arus 120 A memiliki rata-rata sebesar 483,733 N/mm².

Kedalaman peleburan sambungan las juga mempengaruhi berubahnya nilai kekuatan tarik, semakin tinggi arus las semakin dalam peleburan sambungan las dan semakin rendah arus las semakin dangkal peleburan sambungan las. Pengaruh dari penggunaan variasi arus terhadap kekuatan tarik yaitu semakin besar arus yang digunakan maka nilai dari kekuatan tarik juga semakin tinggi begitu juga semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar panas yang ditimbulkan yang dapat menimbulkan peningkatan terhadap kekuatan tarik pada pengelasan SMAW.

Pengujian Statistik

Pengujian ANOVA (*Analisis Of Variance*)

a) Formulasi Hipotesis Statistik H₀ dan H₁:

$$H_0 : \mu_{80A} = \mu_{100A} = \mu_{120A}$$

$$H_1 : \mu_{80A} \neq \mu_{100A} \neq \mu_{120A}$$

b) Menggunakan *Level Of Significance*

(α) 5%

c) Kriteria Pengujian : *Degree Of Freedom*

$$\text{Numerator } (k - 1) = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Denominator } k(n - 1) = 3(3 - 1) = 6$$

Sehingga didapat F_{tabel} = 5,14

Arus	80 A	100 A	120 A
Sampel			
1	419,2	460	492
2	425,6	447,2	484,8
3	408	480	474,4
Σ	1252,8	460	1451,2
$\bar{X}_j$	417,6	462,4	483,733
$\bar{x}$	454,578		

Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$\begin{aligned}
 S^2_{\bar{x}} &= \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{x})^2}{k - 1} \\
 &= \frac{(417,6 - 454,578)^2 + (462,4 - 454,578)^2 + (483,733 - 454,578)^2}{3 - 1} \\
 &= \frac{1367,372 + 61,184 + 850,014}{2} \\
 &= \frac{2278,57}{2} = 1139,285
 \end{aligned}$$

$$\sigma^2 = n \times S^2_{\bar{x}}$$

$$3 \times 1139,285 = 3417,855$$

Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel) :

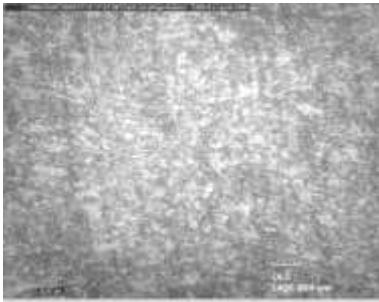
$$\begin{aligned}
 &\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{x}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n - 1)} \\
 &= \frac{(419,2 - 417,6)^2 + (425,6 - 417,6)^2 + (\dots) + (474,4 - 483,733)^2}{3(3 - 1)} \\
 &= \frac{861,865}{6} = 143,64
 \end{aligned}$$

$$F_{hitung} = \frac{3417,855}{143,64} = 23,795$$

Kesimpulan : Oleh karena nilai $F_{hitung} \geq F_{table}$ yaitu, $23,795 \geq 5,14$ maka H_0 ditolak. Sehingga terdapat perbedaan pada nilai kekuatan tarik pada baja ST 42 setelah pengelasan menggunakan arus 80 A, 100 A dan 120 A, yaitu dengan arus 80 A memiliki komposisi struktur mikro untuk ferrit 56,045 dan perlit 43,955; dengan arus 100 A memiliki komposisi struktur mikro untuk ferrit 47,716 dan perlit 52,284; sedangkan arus 120 A memiliki komposisi struktur mikro untuk ferrit 34,343 dan perlit 65,657.

Pengujian Mikro

Struktur mikro pada Arus 80 A.



Perhitungan pada pengujian ini menggunakan software (aplikasi).

Pada perhitungan ini menggunakan aplikasi image j. Aplikasi ini merupakan program untuk memproses gambar yang dikembangkan oleh *National Institutes of Health* dan *Laboratory for Optical and Computational Instrumentation*. Kelebihan utama Image J adalah dapat mengubah data kualitatif (seperti gambar) menjadi data kuantitatif yang bisa disajikan dalam bentuk grafik. Aplikasi ini biasa digunakan dalam menganalisis gambar mikroskop, penghitungan partikel, pengukuran area,

segmentasi dan pengukuran fitur spasial atau temporal dari elemen biologis.

Langkah Langkah perhitungan :

- 1) Membuka software image J kemudian memilih file gambar yang sudah dipersiapkan.
- 2) Lakukan kalibrasi pada gambar yang akan dianalisis untuk mendapatkan ukuran yang sama antara skala gambar dalam skala mikron dan skala gambar dalam image J yaitu pixel. Pixel yang digunakan pada gambar haruslah sama dengan skala pada gambar tersebut yaitu 20 μm .
- 3) Setelah setting skala pada gambar dilakukan maka analisis gambar dapat dilakukan yaitu dengan melakukan setting pada menu image dengan mengarahkan kursor pada type image selanjutnya dipilih RGB stack
- 4) Kemudian pada menu image dipilih menu stack dan klik make montage.
- 5) Selanjutnya di menu image kursor diarahkan pada menu adjust kemudian dipilih threshold.
- 6) Setelah itu nilai intensitas gambar yang lebih dari atau sama dengan nilai threshold akan diubah menjadi putih (1) sedangkan nilai intensitas gambar yang kurang dari nilai threshold akan diubah menjadi hitam (0), dengan ini cara ini area fraksi bisa dipilih berdasarkan warna pada

gambar tersebut. Misalnya untuk perlit berwarna hitam dan ferit warnanya yg cerah maka dengan dasar perbedaan warna inilah area fraksi fasa dari gambar tersebut dapat ditentukan.

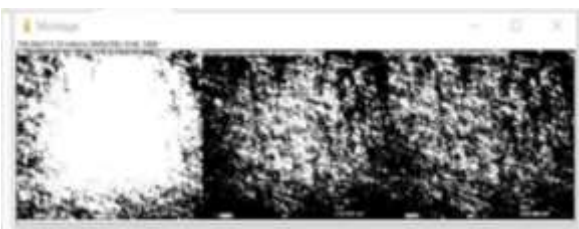
- 7) Kemudian pilih menu Analyze dengan melakukan setting pada menu Set measurements karena alasan inilah ImageJ dapat digunakan untuk analisis perhitungan fraksi fasa.

Hasil perhitungan pada penggunaan arus 80 A.



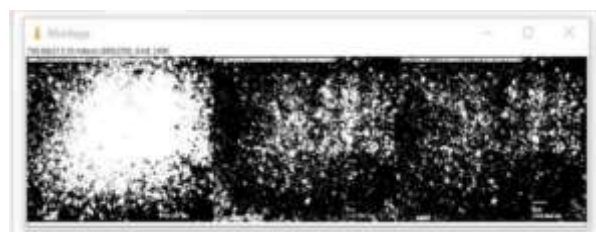
Label	<u>Moontage</u>
Area	67367.035
Mean	125.591
Mode	138
Min	103
Max	141
XM	484.991
YM	113.315
%area	40.316
<u>MinThr</u>	103
<u>Max Thr</u>	141

Hasil perhitungan pada penggunaan arus 100 A.



Label	<u>Moontage</u>
Area	86921.253
Mean	139.213
Mode	150
Min	86
Max	162
XM	487.757
YM	110.594
%area	50.932
<u>MinThr</u>	86
<u>Max Thr</u>	163

Hasil perhitungan pada penggunaan arus 120 A.



Hasil Perhitungan Struktur mikro

Komposisi	Arus		
	80 A	100 A	120 A
<u>Ferit</u>	59,684	47,662	35,776
	52,329	46,418	34,928
	56,121	49,068	32,325
<u>Jumlah</u>	168,134	143,148	103,029
<u>Rata – Rata</u>	56,045	47,716	34,343
<u>Perlit</u>	40,316	52,338	64,224
	47,671	53,582	65,072
	43,879	50,932	67,675
<u>Jumlah</u>	131,866	156,852	196,971
<u>Rata – Rata</u>	43,955	52,284	65,657

Berubahnya nilai kekuatan tarik dari hasil pengelasan terjadi dikarenakan adanya perbedaan perubahan struktur mikro yang terjadi selama proses pengelasan berlangsung. Posisi unsur perlit yang semakin banyak dan rapat menunjukana nilai kekuatan Tarik semakin besar, begitu juga sebaliknya. Ferrite merupakan larutan padat dari atom murni yang memiliki sel-sel kubus dan memiliki sifat yang lebih lunak dan ulet, sedangkan perlite tersusun oleh

lapisan-lapisan halus dan memiliki sifat yang lebih keras dan kuat dari ferrite. Hal ini terjadi karena saat pengelasan berlangsung terjadi perbedaan masukan panas (kuat arus) pada daerah las. Masukan panas (heat input) ini, nilainya berbanding lurus dengan arus yang digunakan serta berbanding terbalik dengan kecepatan pengelasan. Bila menggunakan heat input yang rendah maka mengharuskan kecepatan pengelasan yang relative pelan, sehingga energi panas banyak yang menyebar ke bagian logam, sehingga makin banyak pula daerah yang mengalami perubahan struktur kristal dan begitu pula sebaliknya. (Budiarsa, 2008).

Kesimpulan

Hasil perhitungan Analisa statistik anova dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik pada pengelasan SMAW menggunakan arus 80 A, 100 A dan 120 A menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu, 23,795 > 5,14 artinya terdapat pengaruh yang *significant* pada pemakaian variasi arus 80 A, 100 A, dan 120A terhadap nilai kekuatan tarik.

Nilai kekuatan tarik dan struktur mikro pada pengelasan SMAW dengan variasi arus 80 A, 100 A dan 120 A diperoleh nilai tertinggi terjadi pada arus 120 A memiliki rata – rata 483,733 KN dengan persentase ferrit 32,325 % dan perlit 67,675 %. Nilai terkecil terjadi pada arus 80 A memiliki rata – rata 417,6 KN dengan persentase ferrit 59,648

% dan perlit 40,316 %. Berubahnya nilai kekuatan tarik dari hasil pengelasan tersebut terjadi karena adanya perubahan perbedaan struktur mikro yang terjadi saat proses pengelasan berlangsung, Semakin banyak dan rapat posisi unsur perlit maka menunjukkan kekuatan tarik semakin besar dan begitu pula sebaliknya.

Saran

Adapun saran yang dapat dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan dilakukan ditempat datar dan material dicekam agar pada saat pengelasan material tidak berubah (bergeser) dan hasil yang didapat lebih maksimal.
2. Pengambilan data dikomunikasikan terlebih dahulu ke pihak laboratorium agar hasil yang didapat lebih maksimal.
3. Pengambilan data struktur mikro hasil pengelasan lebih baik tidak dilakukan *finishing* karena hasil gesekan dapat merusak struktur dari benda kerja.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sehingga hasil yang didapatkan akan lebih baik.

Daftar Pustaka

M, S., & Lauw, D. U. (2013). *Pengaruh Hasil Pengelasan Terhadap Kekuatan,*

Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 42. 8(April).

Wahyudi, R., Nurdin, N., & Saifuddin, S. (2020). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Pada Pengelasan SMAW Penyambungan Baja Karbon Rendah Dengan Baja Karbon Sedang Terhadap Tensile Strength. *Journal of Welding Technology*, 1(2), 43–47.

Budiarsa, I. N. "Pengaruh besar arus pengelasan dan kecepatan volume alir gas pada proses las GMAW terhadap ketangguhan aluminium 5083." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM 2.2* (2008): 112-116.

Eb, B., Fajar, M. R. Al, Rahardjo, A., & Lesmanah, U. (n.d.). Analisa Perbandingan Model Kampuh Las U Dan Double U Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Tarik. 35–43.

Winardi, Y., Fadelan, F., Munaji, M., & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 86.
<https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27772>