

Pengaruh Variasi Arus Dan Posisi Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Pada Baja ST 37

Iwan Nugraha Gusniar¹, Ahmad Juhri², Viktor Noubnome³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas singaperbangsa karawang

¹iwan.nugraha@ft.unsika.ac.id, ²1610631150009@student.unsika.ac.id, ³viktornaubnome@ft.unsika.ac.id

Abstract

The purpose of this study was to determine the difference in the value of tensile strength, impact and microstructure test results on ST 37 steel plates due to variations in current strength of 80 A, 85 A and 90 A and 1G, 2G and 3G welding positions. The results of this study show the value of Max.load, current strength of 80 A 3G welding position gets the highest value of 5650 kgf, value of Tinsile strength, current strength of 80 A 3G welding position gets the highest value of 44.78 (kgf/mm²), then the strain value, the current strength of 80 A for the 3G welding position gets the highest value of 0.9% and the value of the modulus of elasticity, the current strength of 80 A for the 3G welding position gets the highest value of 97.94 (GPa,KN/mm²). In the value of the impact test results, the current strength of 80 A is the 1G welding position that gets the highest value, which is 116 Joules. In the observation of microstructure testing, 3 points were carried out, Weld metal, HAZ and Base metal at each strong current.

Keywords: *Variation of current strength, weld position, mechanical properties.*

Abstrak

Dalam dunia teknologi saat ini terutama dibidang kontruksi pengelasan tidak dapat dipisahkan untuk rekayasa dan reparasi logam. Penggunaan mesin las dalam dunia industri saat ini yang umum dipakai dalam penyambungan suatu logam dengan cara busur nyala logam terlindungi atau yang biasa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan tarik, impak dan hasil pengujian struktur mikro pada sambungan las pelat baja ST 37 akibat variasi kuat arus 80 A, 85 A dan 90 A dan posisi las bawah tangan (1G), datar (2G) dan tegak (3G). Hasil penelitian ini menunjukkan nilai dari *Max.load*, kuat arus 80 A posisi las 3G mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 5650 kgf, nilai dari *Tinsile strength*, kuat arus 80 A posisi las 3G mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 44,78 (kgf/mm²), selanjutnya nilai regangan, kuat arus 80 A posisi las 3G mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 0,9% dan nilai Modulus elastisitas, kuat arus 80 A posisi las 3G mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 97,94 (GPa,KN/mm²), jadi semakin besar nilai modulus elastisitasnya maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Pada nilai hasil pengujian impak kuat arus 80 A posisi las 1G yang mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 116 Joule. Pada pengamatan pengujian struktur mikro dilakukan 3 titik, *Weld metal*, *HAZ* dan *Base metal* di setiap kuat arusnya.

Kata kunci: Variasi kuat arus, posisi las, sifat mekanik.

1. Pendahuluan

Dalam dunia teknologi saat ini terutama dibidang kontruksi pengelasan tidak dapat dipisahkan untuk rekayasa dan reparasi logam. Pekerjaan dibidang kontruksi banyak yang membutuhkan pengelasan terutama dibidang rancang bangun untuk menyambungkan suatu logam yang dimana memerlukan keahlian agar kualitas dari hasil pengelasan baik. Penggunaan teknik pengelasan dalam dunia kontruksi begitu banyak dalam

penggunaannya antara lain untuk membuat pagar rumah, jembatan, kendaraan umum dan lain sebagainya [1]. Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak balik atau Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin Las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu

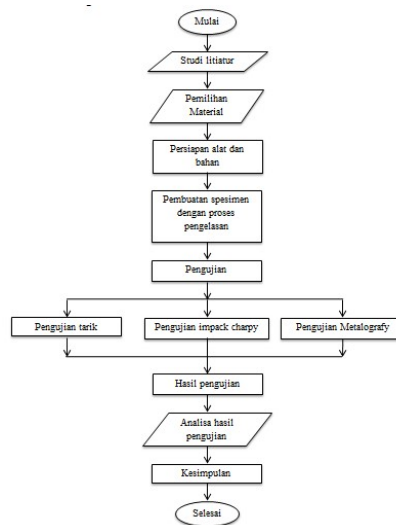
polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negative dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negative [2]. Ada beberapa prosedur produksi dalam teknik pengelasan yaitu menentukan jadwal pengelasan, perencanaan proses pembuatan, siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dan persiapan pengelasan (meliputi : pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda dan pemakainan variasi kampuh). Kampuh las merupakan bentuk potongan plat yang akan disambung, kualitas hasil dari pengelasan yang bagus juga ditentukan dari penggunaan kampuh las yang tepat. Tujuan pembuatan kampuh pengelasan ini untuk mendapatkan penetrasi atau penembusan yang dalam dari hasil pengelasan [3].

Arus yang digunakan untuk pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil las karena terjadinya perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bahan. Jika penggunaan arus semakin besar maka proses pencairan logam yang akan disambung akan semakin cepat. Dampak dari penggunaan arus yang besar antara lain adalah akan membuat hasil rigi-rigi las bertambah lebar, jika bahan yang dilas itu tipis maka dapat menyebabkan bahan kerja berlubang. Selain itu, pengaruh arus yang besar akan mempengaruhi struktur atom pada daerah lasan karena semakin panas saat proses pengelasan maka daerah pengelasan atau disebut sebagai daerah HAZ akan membuat pengaruh rekristalisasi yaitu menyebabkan terjadinya butir-butir pada daerah HAZ semakin bertambah besar. Jika butiran ini semakin besar maka akan menurunkan kualitas dan kekuatan sambungan las. Sedangkan logam yang tidak dilas tidak akan terpengaruh struktur atomnya. Sedangkan jika arus yang digunakan terlalu kecil maka panas yang ditimbulkan juga kecil sehingga akan berdampak pada pencairan logam yang disambung. Arus yang digunakan kecil maka pencairan logam yang disambung tidak akan menjadi sambungan yang baik atau tidak akan terjadi ikatan metalurgi yang baik antar logam yang akan disambung. Selain itu, dampak arus yang kecil juga dapat membuat elektroda sering lengket terhadap benda kerja [4].

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mencoba untuk menganalisa pengaruh variasi arus listrik dan posisi pengelasan untuk menguji kekuatan tarik, uji impak dan hasil pengujian struktur mikro pada baja ST 37.

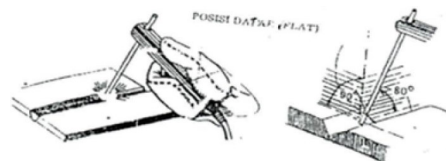
2. Metode Penelitian

Berikut ini adalah alur dari penelitian ini yang berjudul “Variasi kuat arus dan posisi las pada pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik baja ST 37. Pada gambar 1

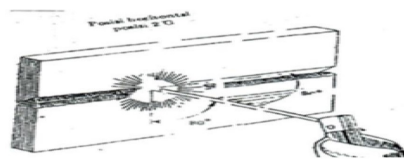


Gambar. 1, Diagram alir penelitian

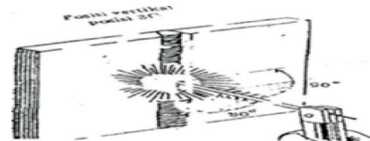
Posisi pengelasan



Gambar. 2, posisi dibawah tangan (1G) [5]



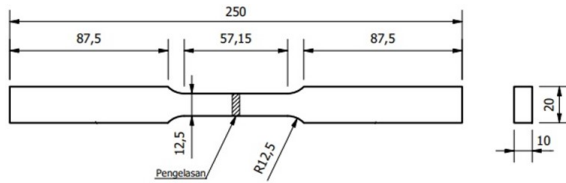
Gambar. 3, posisi datar (2G) [5]



Gambar. 4, posisi tegak (3G) [5]

Proses perencanaan pengujian tarik

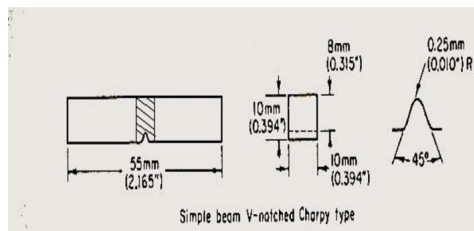
Pembuatan spesimen untuk uji Tarik sesuai standart ASTM (*American Standart for Tension Testing Of Metallic Materials*) No. E8/E8 M : 2015 Standart Specimen Sheet Type 12,5 mm



Gambar. 5, Spesimen uji tarik standar ASTM E8

Proses perencanaan pengujian impact

Pembuatan dimensi spesimen pengujian impact berdasarkan standard ASTM (*American Standard for Tension Testing Of Metallic Materials*) E23 : 2015.



Gambar. 6, Spesimen uji impact standar ASTM23 [6]

Proses perencanaan pengujian struktur mikro

Pada penelitian ini memerlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan proses pengujian metalografi. Alat dan bahan yang tepat sangat dibutuhkan guna mendapatkan hasil pengujian struktur mikro yang dan benar, serta material dapat terlihat jelas pada mikroskop maka perlu adanya persiapan yang harus dilakukan. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan.

1. Preparasi Pengujian Mikrostruktur / Metalografi
 Preparasi pengujian mikrostruktur meliputi beberapa runtutan cara yaitu :

1) Pemotongan

Pemotongan / Sectioning yaitu pengambilan sebagian sampel representative yang akan dianalisa dengan berbagai cara seperti pemotongan dengan cakram abrasiv, gergaji, plasma dsb.

2) Labeling / Identifikasi

Labeling yaitu pemberian identitas sampel supaya dapat dibedakan dengan yang lainnya. Labeling dapat dilakukan dengan cara penggoresan, pengetokan atau dengan cara lainnya.

3) Mounting

Mounting yaitu proses pelapisan sampel logam dengan zat organik seperti bakelit, epoxin resin, dengan maksud mempermudah penanganan selama persiapan metalografi.

4) Grinding

Grinding yaitu pengetaman untuk meratakan permukaan sampel dengan menggunakan kertas/bahan abrasiv. Ukuran abrasif yang digunakan mulai dari 40 sampai 120 mesh dengan bahan pada umumnya terbuat dari intan, alumunia silicon karbida, emery. Untuk menghindari

temperatur gesekan, maka penggosrasian perataan permukaan dilakukan dalam keadaan basah.

3. *Polishing* / Pemolesan

Ini adalah proses akhir dalam perataan permukaan, syarat permukaan sampel yang digunakan adalah harus bebas goresan dan seperti cermin

4. *Etching* / Pengetsaan

Etching / pemolesan adalah pemberian reagen kimia yang disebut cairan etsa pada permukaan hasil polishing untuk menimbulkan penampakan khusus seperti fasa, batas butir, dislokasi dan struktur mikro tertentu dibawah mikroskop.

5. *Cleaning* / Pembersihan

Pembersihan permukaan logam yang belum/sudah dietsa dari kotoran ataupun reagen kimia. Bahkan setiap proses ini dianjurkan dibersihkan terlebih dahulu.

6. *Drying* / Pengeringan

Tahap akhir adalah pengeringan sampel sebelum pengamatan mikroskop. Permukaan sampel harus benar-benar kering. Air yang tersisa pada permukaan akan teruapkan saat pengamatan.

3. Hasil dan Pembahasan

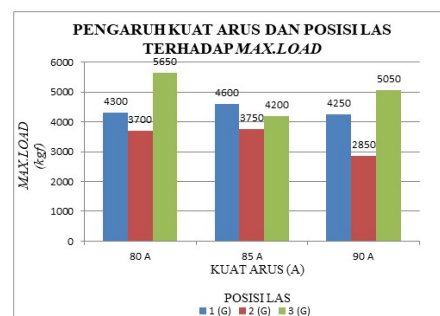
Dari hasil pengelasan didapatkan 21 spesimen, dengan 9 spesimen untuk pengujian tarik dengan variasi arus 80 A,85 A,90 A, dan variasi posisi las 1G (Flat),2G (Horizontal),3G (Vertikal), 9 spesimen untuk pengujian impact charpy dengan variasi arus 80 A,85 A,90 A, dan variasi posisi las 1G (Flat),2G (Horizontal),3G (Vertikal) dan 3 spesimen untuk pengujian mikro struktur hanya dengan variasi arus 80 A,85 A dan 90 A.

Data hasil pengujian tarik

1. *Max.load* (Beban maksimum)

Tabel. 1, Data hasil *max.load*

Kuat arus (A)	T	Posisi las	F (kgf)
80 A	T ₁	(1G)	4300
	T ₂	(2G)	3700
	T ₃	(3G)	5650
85 A	T ₁	(1G)	4600
	T ₂	(2G)	3750
	T ₃	(3G)	4200
90 A	T ₁	(1G)	4250
	T ₂	(2G)	2850
	T ₃	(3G)	5050



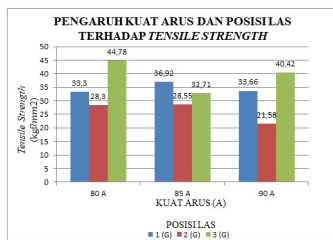
Gambar. 7, Grafik Pengaruh kuat arus dan posisi las terhadap *Max.Load*

Berdasarkan Table 1 dan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa nilai *Max.Load* (Beban Maksimum) tertinggi terdapat pada kuat arus 80 A posisi las (3G), dan nilai *Max.Load* terendah terdapat pada kuat arus 90 A posisi las (2G).

2. Tensile Strength (kekuatan tarik)

Tabel 2. Data hasil *Tensile Strength*

Kuat arus (A)	Posisi las	T	F (kgf)	A ₀ (mm ²)	σ (kgf/mm ²)
80 A	1G	T ₁	4300	129,13	33,3 (327)
	2G	T ₂	2850	132,04	28,30 (278)
	3G	T ₃	5650	126,18	44,78 (439)
85 A	1G	T ₁	4600	124,59	36,92 (327)
	2G	T ₂	2850	131,37	28,55 (280)
	3G	T ₃	5750	126,18	32,71 (321)
90 A	1G	T ₁	4250	126,25	33,66 (330)
	2G	T ₂	3700	130,74	21,58 (212)
	3G	T ₃	5700	124,95	40,42 (397)



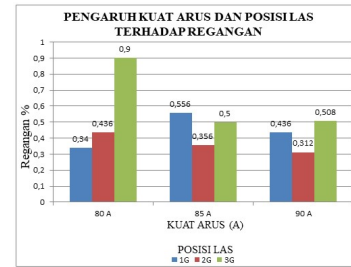
Gambar. 8, Grafik pengaruh kuat arus dan posisi las terhadap *Tensile Strength*

Berdasarkan dari Tabel 2 dan gambar 5 kedua variasi tersebut yaitu kuat arus dan posisi las menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap *Tensile Strength* (Kekuatan Tarik). Nilai *Tensile Strength* tertinggi ada pada kuat arus 80 A dengan posisi las (3G), dan untuk nilai *Tensile Strength* terendah ada pada kuat arus 90 A dengan posisi las (2G).

3. Regangan (e)

Tabel 3. Data hasil regangan

Kuat Arus (A)	T	Posisi Las	L ₀ (kgfm/mm ²)	L ₁ (kgfm/mm ²)	ΔL (kgfm/mm ²)	e (%)
80 A	T ₁	1G	250	258,5	8,5	0,34
	T ₂	2G	250	260,9	10,9	0,436
	T ₃	3G	250	272,5	22,5	0,9
85 A	T ₁	1G	250	263,9	13,9	0,556
	T ₂	2G	250	258,9	8,9	0,356
	T ₃	3G	250	262,5	12,5	0,5
90 A	T ₁	1G	250	260,9	10,9	0,436
	T ₂	2G	250	260,3	10,3	0,412
	T ₃	3G	250	262,7	12,7	0,508



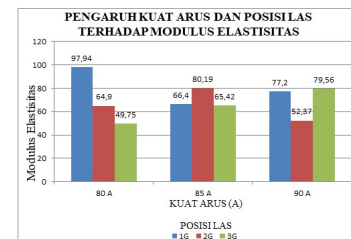
Gambar. 9, Grafik pengaruh kuat arus dan posisi las terhadap regangan

Dari Tabel 3 dan gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai Regangan tertinggi terdapat pada kuat arus 80 A posisi las (3G), dan untuk nilai Regangan terendah terdapat pada kuat arus 90 A posisi las (2G).

4. Modulus elastisitas (E)

Tabel 4. Data hasil modulus elastisitas

Kuat Arus (A)	T	Posisi Las	σ (kgfm/m ²)	e (%)	E (Gpa,KN/mm ²)
80 A	T ₁	1G	33,3	0,34	97,9411
	T ₂	2G	28,30	0,346	64,9082
	T ₃	3G	44,78	0,9	49,7555
85 A	T ₁	1G	36,92	0,556	66,4028
	T ₂	2G	28,55	0,356	80,1966
	T ₃	3G	32,71	0,5	65,42
90 A	T ₁	1G	33,66	0,436	77,2018
	T ₂	2G	21,58	0,412	52,3784
	T ₃	3G	40,42	0,508	79,5669



Gambar. 10, Grafik pengaruh kuat arus dan posisi las terhadap modulus elastisitas

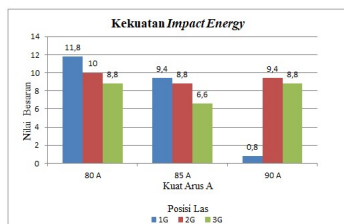
Dari hasil penelitian ini menunjukkan pada kuat arus 80 A posisi las 1G yang nilai modulus elastisitasnya paling tinggi yaitu sebesar 97,94 (GPa,KN/mm²) jadi semakin besar nilai modulus elastisitasnya maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku.

Data hasil pengujian impact

Pada pengujian impact ini mengacu pada standar ASTM E23:2015 (*Standard Test Methods For Notched Bar Impact Testing Of Metallic Materials*). Dari tabel 5 dan gambar 8 menunjukkan nilai tertinggi dari impact energy berdasarkan variasi kuat arus dan posisi las adalah, kuat arus 80 A posisi las 1G mendapatkan nilai sebesar 11,8 (116) kgfm (joule)

Tabel. 5. Hasil pengujian *impact energy*

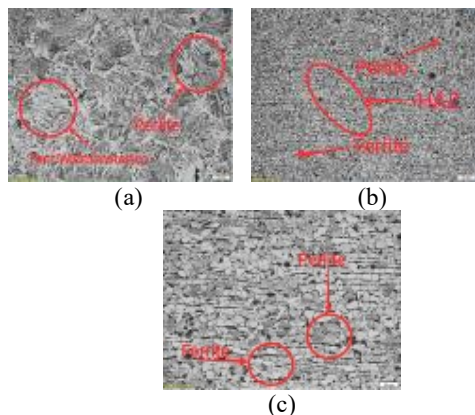
Kuar Arus (A)	Posisi las	Impact Energy kgfm (Joule)
80 A	1G	11,8 (116)
	2G	10,0 (98)
	3G	8,8 (86)
85 A	1G	9,4 (92)
	2G	8,8 (86)
	3G	6,6 (65)
90 A	1G	0,8 (8)
	2G	9,4 (92)
	3G	8,8 (86)



Gambar. 11. Grafik kekuatan *impact energy*

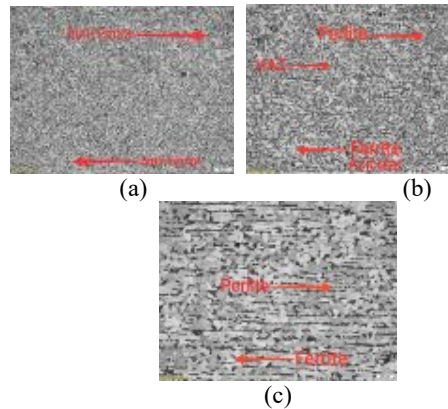
Data hasil pengujian struktur mikro

Pada pengujian Struktur Mikro menggunakan alat uji Microscop Metalurgi BX53M dengan standard uji E 407-07, pembesar yang digunakan pada setiap spesimen 50 μm dan 100 μm gambar hasil pengujian struktur mikro ditunjukkan pada gambar dibawah.



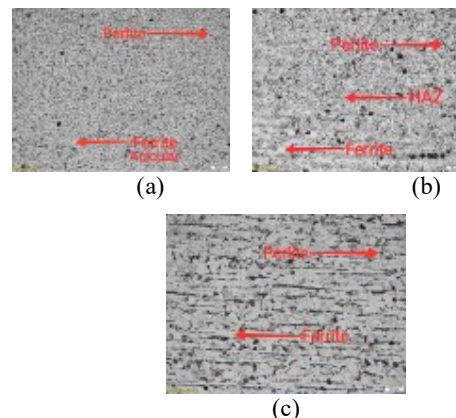
Gambar. 12, Struktur mikro bagian WM (a), HAZ (b) dan BM (c) kuat arus 80 A

Pada struktur mikro bagian *weld metal* (WM) didominasi oleh fasa *Pearlite* disetiap bidangnya dan diikuti oleh pertumbuhan fasa *Ferrite widmanstatten* yang pada awalnya berasal dari fasa *Ferrite* biasa. pada bagian *HAZ* ini didominasi oleh butir fasa *Pearlite* dan diikuti dengan pertumbuhan *Ferrite*. pada bagian *Base Metal* fasa yang terbentuk adalah *Ferrite* dan *Pearlite* untuk daerah *Base Metal* tidak terjadi perubahan karena pada daerah ini panas yang terjadi relative kecil sehingga tidak sampai merubah struktur butir yang ada.



Gambar. 13, Struktur mikro bagian WM (a), HAZ (b) dan BM (c) kuat arus 85 A

Dari struktur mikro pada *Weld Metal* (WM) terdiri dari fasa *Ferrite* dan *Pearlite*, *Ferrite* berwarna putih terang berbentuk butir kristal padat dan *pearlite* berwarna kehitaman berbentuk pipih. pada bagian *HAZ* ini terdiri fasa *Ferrite* dan *Pearlite*, pada bagian base metal didominasi fasa *Pearlite* sedangkan pada bagian *Weld Metal* didominasi fasa *Ferrite Acicular* (AF) yang lebih sedikit. Dan pada bagian *Base Metal* fasa yang terbentuk adalah *Ferrite* dan *Pearlite* untuk daerah *Base Metal* tidak terjadi perubahan karena pada daerah ini panas yang terjadi relative kecil sehingga tidak sampai merubah struktur butir yang ada.



Gambar. 14, Struktur mikro bagian WM (a), HAZ (b) dan BM (c) kuat arus 90 A

Pada struktur mikro pada bagian *Weld Metal* menunjukkan struktur fasa *Ferrite Acicular* terlihat lebih banyak, hal ini disebabkan oleh meningkatnya masukan panas yang sesuai untuk terbentuknya *Ferrite Acicular*. pada bagian *HAZ* terlihat pertumbuhan *Pearlite* yang mendominasi dibagian *Weld Metal* dan diikuti fasa *Ferrite Widmanstatten* dibagian *Base Metal*. Dan pada bagian *Base Metal* terdiri dari fasa *Ferrite* dan *Pearlite*, pada struktur bagian *Base Metal* didominasi oleh fasa *Ferrite* dan diikuti pertumbuhan fasa *Pearlite*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dari kedua variasi kuat arus 80A, 85A dan 90A, posisi las 1G, 2G dan 3G, memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketiga pengujian yaitu uji tarik, uji dampak dan struktur mikro hasil pengelasan pelat baja ST 37 dengan pengelasan SMAW, pada pengujian tarik nilai tertinggi ada pada kuat arus 80A posisi las 3G yaitu sebesar 44,78 kgf/mm², pada kuat arus dan posisi las ini putus pada material, hal tersebut menandakan hasil sambungan pengelasan bagus, pada pengujian dampak charpy nilai tertinggi ada pada kuat arus 80 A posisi las 1G yaitu sebesar 116 Joule, yang menandakan hasil sambungan pengelasan pada baja ST 37 ulet, dan pada pada uji struktur mikro berdasarkan pengamatan mikroskop pada baja ST 37 memiliki fasa ferrite dan perlite. Jadi dari hasil variasi kuat arus dan posisi pengelasan pada penelitian ini, semakin kecil kuat arus yang digunakan maka semakin bagus kekuatan tarik dan energi dampak pada sambungan las. Semakin besar kuat arus maka semakin kecil nilai yang dihasilkan dari pengujian tarik dan dampak dan akan mengalami kegetasan pada sambungan pengelasan.

Daftar Rujukan

- [1] T. B. Santoso, S. Solichin, and P. Trihutomo, "Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw dengan Elektroda E7016," *J. Tek. Mesin*, vol. 23, no. 1, pp. 56–64, 2015.
- [2] A. Hamid, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan.," vol. 7, no. 1, pp. 26–36, 2016.
- [3] A. T. Kuncoro, "Pengaruh Variasi Arus Dan Jenis Kampuh Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Baja ST 41," *Univ. Nisant. PGRI Kediri*, vol. 01, pp. 1–7, 2017, [Online]. Available: <http://www.albayan.ac>.
- [4] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW," *J. Polimesin*, vol. 15, no. 2, p. 37, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.
- [5] B. H. A. Yuspian Gunawan, Nanang Endriatno, "Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi," *Enthalpy-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 4–5, 2017.
- [6] P. Y. Tampubolon, U. Budiarto, and G. Rindo, "Analisa Uji Tarik, Dampak dan Mikrografi Baja ST 40 Dengan Metode Pengelasan FCAW Posisi 2G Variasi Arus Pengelasan," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, p. 365, 2019.