

PENGARUH KUAT ARUS DAN VARIASI KAMPUH TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN UJI KEKERASAN *VICKERS* BAHAN EMS 45 PADA PENGELASAN

Chitra Suci Nur Aprilya¹, Rusiyanto², dan Pramono³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Semarang
chitrapriya@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan variasi kampuh terhadap struktur mikro dan uji kekerasan *vickers* bahan EMS 45 pada pengelasan SMAW. Kuat arus yang digunakan adalah 120, 130 dan 130 ampere sedangkan variasi kampuh yang digunakan pada penelitian adalah kampuh X, V dan K. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan analisis data yang digunakan ialah analisis deskriptif yang berupa grafik dan tabel dengan tahapan proses penelitian alat dan bahan, pembuatan kampuh X, V dan K, proses pengelasan, pembuatan spesimen uji struktur mikro dan kekerasan *vickers*, kemudian yang terakhir proses pengujian tingkat kekerasan *vickers* dan struktur mikro. Dari hasil rata-rata penelitian pada pengujian kuat arus 120, 130 dan 140 ampere dengan menggunakan kampuh X menghasilkan nilai rata-rata kekerasan *vickers* 216,72 kg/mm², pada kampuh V menghasilkan nilai rata-rata kekerasan *vickers* 203,40 kg/mm², dan pada kampuh K menghasilkan nilai rata-rata kekerasan *vickers* 211,75 kg/mm².

Kata kunci: las SMAW, EMS 45, kuat arus, variasi kampuh, struktur mikro, dan kekerasan *vickers*

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih menggunakan energi panas yang dapat digunakan pada konstruksi bangunan, permesinan, kendaraan, *manufactur*, maupun peralatan rumah tangga. Menurut Deutche Industrie Normen (DIN) (Wiryosumarto, 2000:1), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau panduan yang dilakukan pada sambungan lumer atau cair dan terjadi pada daerah setempat dengan energi panas. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las (Hamid, 2016).

Besar kecilnya kuat arus akan mempengaruhi hasil pengelasan. Apabila arus yang digunakan terlalu rendah maka penyalaan busur listrik juga tidak stabil atau sukar untuk menyala, sehingga panas yang dihasilkan tidak maksimal dan tidak cukup untuk melelehkan elektroda, begitu juga sebaliknya, apabila penyetelan kuat arus besar maka penyalaan busur listrik juga stabil atau mudah untuk menyala, sehingga panas yang dihasilkan akan maksimal dan cukup untuk melelehkan elektroda. Penyambungan las busur listrik (SMAW) dengan bahan logam tebal agar lebih kokoh atau kuat biasanya kita menggunakan teknik penyambungan menggunakan kampuh atau sambungan

yang kemudian diisi oleh logam las. Kampuh pengelasan ada banyak macam dan variasinya antara lain kampuh I, kampuh U, kampuh V, kampuh K, kampuh X, dan kampuh J. Menurut penggunaan dan paduan karbonnya, jenis baja dibagi menjadi dua kelompok yaitu baja konstruksi dan baja berkakas. Baja konstruksi bangunan dan pembuatan bagian bagian mesin. Berdasarkan campuran dan paduannya, baja konstruksi dibedakan menjadi tiga yaitu baja karbon biasa, baja karbon kualitas tinggi dan baja karbon spesial. Kandungan karbon pada baja konstruksi sekitar 0,06% sampai 0,4% C, yang dalam bentuk profil, batangan, dan plat. Baja karbon sedang banyak digunakan sebagai komponen mesin yang bergerak dinamis dengan kekuatan yang baik, dengan jenis baja ini memiliki keunggulan yaitu sifat mekaniknya dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas, tetapi memiliki kelemahan yaitu mudah mengalami retak las (Erizal, 2011).

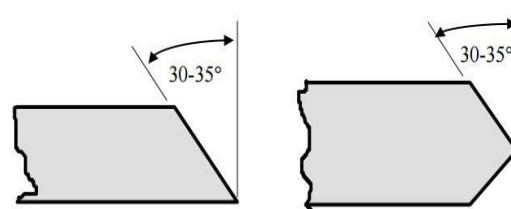
2. METODE

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan desain penelitian jenis *factorial design* dengan pengambilan sampel secara random. Pengontrol dalam penelitian ini adalah arus pengelasan dan variasi kampuh yang telah ditentukan, kemudian hasil pengelasan diuji dengan uji kekerasan *vickers* dan foto mikro.

Proses pengelasan pada penelitian ini dilakukan di BLKI (Balai Latihan Kerja Industri) Semarang dan dilakukan oleh seorang *welder*. Pengujian kekerasan *vickers* dan pengamatan struktur mikro dilakukan di laboratorium material teknik mesin jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Alat yang digunakan dalam pengelasan meliputi mesin las SMAW arus AC, palu, kikir, mesin gergaji, penggaris, mesin amplas. Untuk pembuatan kampuh dan

spesimen setelah proses pengelasan adalah mesin frais. Dalam pengujian bending dan foto mikro alat yang digunakan adalah *vickers test machine*, mesin uji foto struktur mikro. Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah EMS 45 dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan ketebalan plat 10 mm dan elektroda jenis E7018, cairan autosol dan etsa. Bentuk sudut kampuh X, K, V dengan sudut kampuh V 30 – 35 derajat dan untuk kampuh K dengan sudut yang sama, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

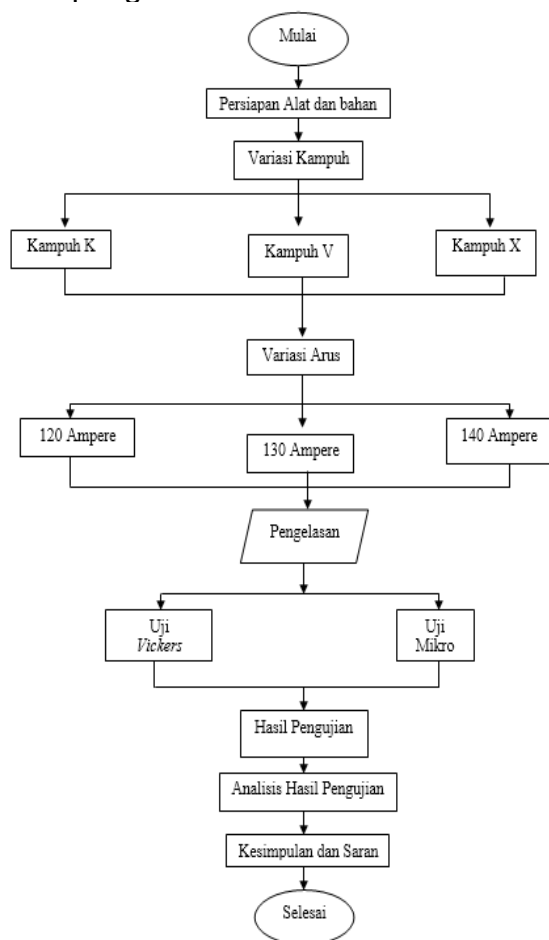


Gambar 1. Sudut kampuh V dan K

Setelah dilakukan proses pengelasan, hasil pengelasan dilakukan proses *machining* untuk persiapan *vickers test*. Proses *machining* menggunakan mesin frais. Untuk ukuran spesimen uji berdasarkan ASTM E3.

Penelitian ini nantinya akan memvariasikan bentuk kampuh las dan arus listrik atau arus pengelasan yang akan digunakan nantinya, untuk kampuh yang akan digunakan disini adalah kampuh X, V dan juga kampuh K, sedangkan untuk arus listrik atau arus pengelasan yang akan digunakan disini ada tiga macam variasi yaitu 120 A, 130 A dan juga 140 A, setiap variasi kampuh nantinya akan dilakukan pengelasan busur listrik dengan arus yang berbeda-beda dengan proses pendinginan pengelasan menggunakan udara bebas atau didiamkan hingga mencapai suhu normal dengan sendirinya guna menghindari perubahan struktur mikro berlebih akibat peroses pendinginan, kemudian dilakukan foto mikro untuk melihat struktur mikro, kemudian

dilakukan pengelasan dengan bermacam-macam variasi kampuh dan juga arus listrik guna mengetahui perubahan struktur mikro bahan EMS 45 setelah dilakukan pengelasan dengan variasi kampuh dan juga arus listrik atau arus pengelasan, dilakukan proses foto struktur mikro dilanjutkan dengan pengujian ketangguhan atau pengujian *vickers* guna mengetahui kekerasan setiap variasi kampuh dan juga variasi arus pengelasan.

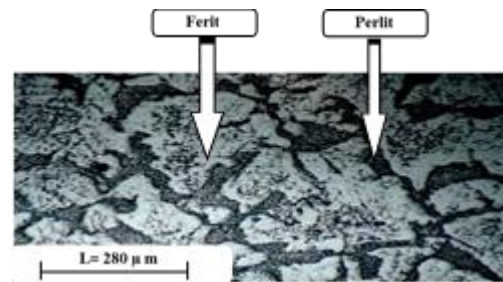


Gambar 2. Diagram alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

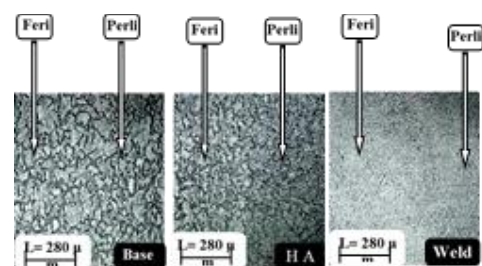
Struktur mikro pada raw material E.M.S 45 terdiri dari ferit dan perlit hasil menunjukkan bahwa perlit lebih banyak daripada ferit. Hal ini ditandai dengan lebih dominan warna gelap daripada warna terang.



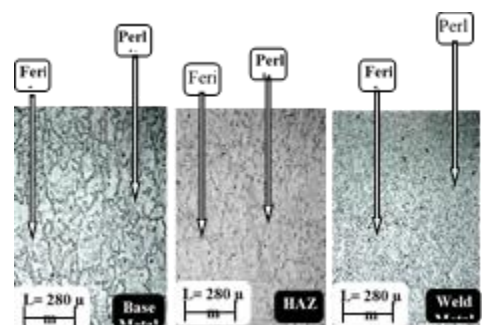
Gambar 3. Struktur mikro raw material EMS 45

Pengaruh kuat arus dan kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap struktur mikro

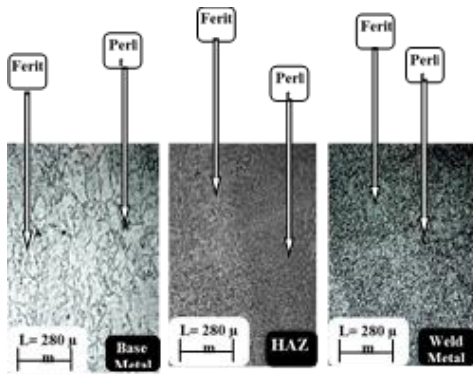
- Struktur mikro pada kuat arus 120 kampuh V, kampuh X, dan kampuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*.



Gambar 4. Struktur mikro pada kuat arus 120 kampuh V daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



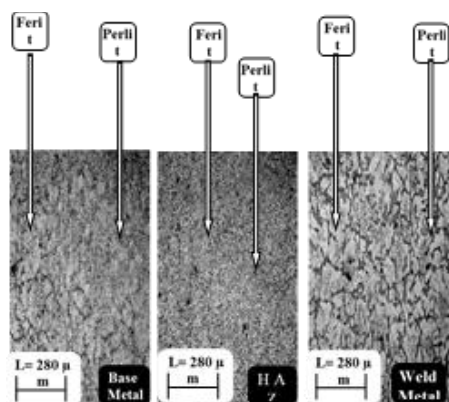
Gambar 5. Struktur mikro pada kuat arus 120 kampuh X daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



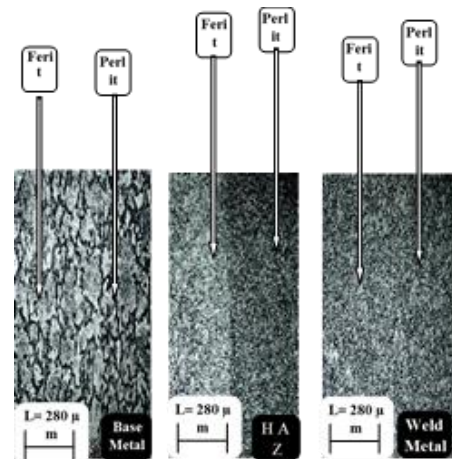
Gambar 6. Struktur mikro pada kuat arus 120 kumpuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*

Berdasarkan temuan penelitian di atas diketahui struktur mikro hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 pada kuat arus 120 A kumpuh V, X dan K daerah *base metal* didominasi ferit, daerah HAZ didominasi oleh perlit, dan pada daerah *weld metal* ferit dan perlit lebih merata. Sementara berdasarkan kondisi permukaan yang paling halus terjadi pada struktur mikro daerah HAZ pada hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 dengan kuat arus 120 A.

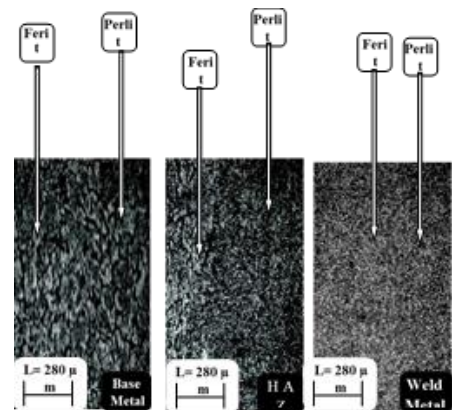
- b. Struktur mikro pada kuat arus 130 kumpuh V, kumpuh X, dan kumpuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*.



Gambar 7. Struktur mikro pada kuat arus 130 kumpuh V daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



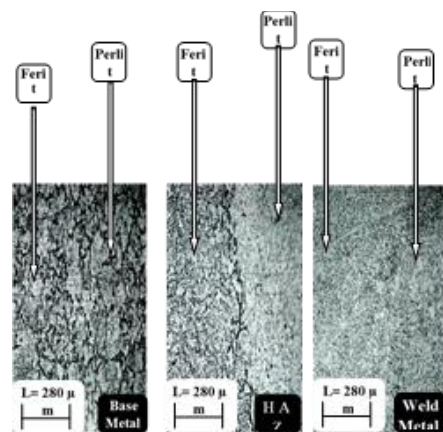
Gambar 8. Struktur mikro pada kuat arus 130 kumpuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



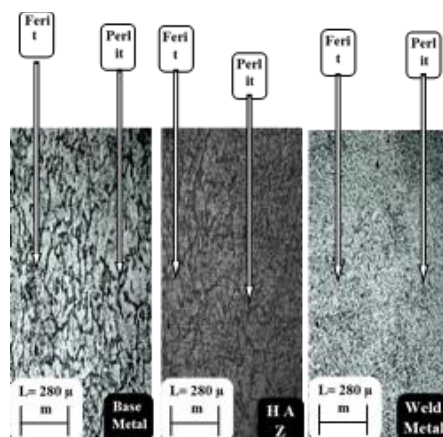
Gambar 9. Struktur mikro pada kuat arus 130 kumpuh X daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*

Berdasarkan temuan penelitian di atas diketahui struktur mikro hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 pada kuat arus 130 A daerah *base metal* dan HAZ kumpuh V, K, dan X didominasi ferit, dan pada daerah *weld metal* ferit dan perlit lebih merata. Sementara berdasarkan struktur mikro yang paling halus terjadi pada struktur mikro daerah *weld metal* pada hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 dengan kuat arus 130 A.

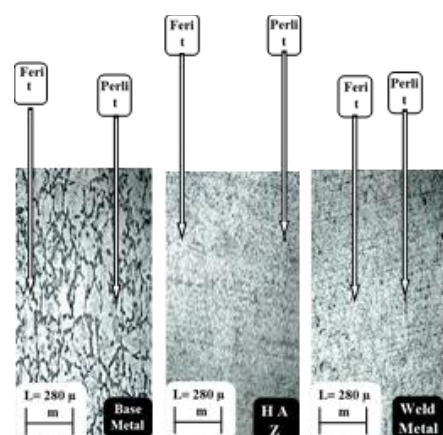
- c. Struktur mikro pada kuat arus 130 kumpuh V, kumpuh X, dan kumpuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*.



Gambar 10. Struktur mikro pada kuat arus 140 kampuh V daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



Gambar 11. Struktur mikro pada kuat arus 140 kampuh X daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*



Gambar 12. Struktur mikro pada kuat arus 140 kampuh K daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal* Berdasarkan temuan penelitian di atas, diketahui struktur mikro hasil pengelasan SMAW bahan

EMS 45 pada kuat arus 140 A kampuh V, X dan K daerah *base metal* didominasi ferit, daerah HAZ didominasi oleh perlit, dan pada daerah *weld metal* ferit dan perlit lebih merata. Sementara berdasarkan kondisi permukaan yang paling halus terjadi pada struktur mikro daerah HAZ pada hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 dengan kuat arus 140 A.

Pengaruh kuat arus dan kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap uji kekerasan *Vickers*.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui nilai VHN pada kampuh dalam tabel berikut.

Table 1. Hasil pengukuran kampuh pada pengelasan uji kekerasan *Vickers*

Jenis Kampuh	Kuat Arus	Daerah Uji	Rata-Rata VHN
K	Arus 120 A	<i>Weld Metal</i>	247.27
		HAZ	226.43
		<i>Base Metal</i>	208.80
	Arus 130 A	<i>Weld Metal</i>	206.07
		HAZ	195.27
		<i>Base Metal</i>	223.80
	Arus 140 A	<i>Weld Metal</i>	208.53
		HAZ	189.03
		<i>Base Metal</i>	200.50
V	Arus 120 A	<i>Weld Metal</i>	277.07
		HAZ	244.10
		<i>Base Metal</i>	200.13
	Arus 130 A	<i>Weld Metal</i>	187.67
		HAZ	173.73

X	Arus 140 A	Base Metal	176.43
		Weld Metal	200.10
		HAZ	190.73
		Base Metal	180.67
	Arus 120 A	Weld Metal	217.23
		HAZ	265.33
		Base Metal	243.43
	Arus 130 A	Weld Metal	192.07
		HAZ	196.73
		Base Metal	184.07
	Arus 140 A	Weld Metal	220.33
		HAZ	193.17
Base Metal		238.07	

Berdasarkan tabel 1, diketahui nilai kekerasan *vickers* tertinggi sebesar 277,07 kg/mm² dan terendah 173,73 kg/mm². Nilai kekerasan *vickers* tertinggi pada kampuh V dengan kuat arus 120 A, sedangkan nilai terendah terjadi pada kampuh V dengan kuat arus 130 A. Secara keseluruhan nilai kekerasan *vickers* terjadi pada kampuh X dengan rata-rata tertinggi terjadi pada kuat arus 120 A dengan nilai rata-rata sebesar 242,00 kg/mm².

Pembahasan

Pengaruh kuat arus dan kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap struktur mikro

Berdasarkan hasil penelitian diketahui struktur mikro hasil pengelasan SMAW bahan EMS 45 dengan kuat arus 120 A, 130 A dan 140 A, didominasi ferit daripada perlit dengan ditandai lebih banyak warna putih daripada gelap. Ferit menurut Santosa dkk, (2015), bersifat lunak dan ulet. Struktur mikro

pada pengelasan 120 A, 130 A, dan 140 A adalah ferit dan perlit. Temuan ini sejalan dengan penelitian Santosa dkk, (2015), yang menyatakan bahwa variasi kuat arus pengelasan memberikan pengaruh terhadap struktur mikro daerah HAZ dan logam las. Struktur mikro logam induk terdiri dari perlit dan ferit, struktur mikro daerah HAZ. Struktur mikro daerah HAZ dan logam las dengan kuat arus pengelasan 150 Ampere terdiri dari *bainit* dan *widmanstatten ferrite*. Struktur mikro daerah HAZ dan logam las dengan kuat arus pengelasan 100 dan 125 Ampere terdiri dari *asutenit* sisa dan *widmanstatten ferrite*. Dari hasil struktur mikro, pengelasan SMAW disarankan menggunakan kuat arus 120 A.

Menurut Suharno (2008), keuletan dan ketangguhan logam las dipengaruhi oleh banyak faktor seperti komposisi, struktur mikro, ukuran butir dan juga inklusi. Keuletan dan ketangguhan logam las akan meningkat jika struktur mikro yang terbentuk berupa *ferit acicular*, sebaliknya penurunan keuletan dan ketangguhan terjadi jika pada logam las struktur mikro yang terbentuk berupa ferit batas butir, *ferit Widmanstatten*, *bainit*, atau *martensit*.

Pengaruh kuat arus dan kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap uji kekerasan *vickers*

Berdasarkan hasil uji kekerasan *vickers*, nilai kekerasan *vickers* tertinggi sebesar 273,4 kg/mm² dan terendah 178,1 kg/mm². Nilai kekerasan *vickers* tertinggi terjadi pada kuat arus 120 A, sedangkan nilai terendah terjadi pada kuat arus 130 A. Secara keseluruhan nilai kekerasan *vickers* rata-rata tertinggi terjadi pada kuat arus 120 A dengan nilai kekerasan *vickers* rata-rata 241,97 kg/mm². Hal ini mendukung hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Moruni dan Kembaren (2013), yang menyatakan bahwa besarnya nilai kuat arus juga

mempengaruhi nilai VHN dari spesimen, nilai VHN yang didapat akan semakin tinggi, karena saat kuat arus pengelasan yang dipakai semakin kecil, akan mengakibatkan suhu lelehan elektroda pengelasan akan semakin kecil juga.

Pengaruh kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap struktur mikro

Berdasarkan hasil analisis diketahui kampuh K, pada kuat arus 120 A, 130 A dan 140 A, di dominasi ferrit. Kampuh V dan X juga nampak lebih banyak ferrit daripada perlit. Hal ini menunjukkan bahwa kampuh tidak terpengaruh oleh kuat arus, sehingga ferrit masih lebih dominan daripada perlit.

Pengaruh kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap uji kekerasan vickers

Pada hasil penelitian di atas diketahui hasil uji kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap uji kekerasan *vickers*.

Tabel 2. Hasil uji kampuh pada pengelasan SMAW bahan EMS 45 terhadap uji kekerasan *Vickers*

Kuat Arus	Kampuh		
	K	V	X
120 A	227.50	240.43	242.00
130 A	208.38	179.28	190.96
140 A	199.36	190.50	217.19

Hasil uji kekerasan *vickers* menunjukkan VHN tertinggi pada kuat arus 120 A untuk Kampuh X, V dan K, yaitu 242.00, 240.43, dan 227.50. Pada kuat arus 130 A terdapat pada kampuh K yaitu sebesar 208.38, dan pada kuat arus 140 A terdapat pada kampuh X yaitu sebesar 217.19. Sebagaimana hasil analisis ini maka agar pengelasan SMAW bahan EMS 45 memiliki nilai VHN yang besar, maka kampuh yang disarankan adalah kampuh X dengan

kuat arus 120 A. Pada dasarnya pemilihan bentuk kampuh menuju kepada penurunan panas dan penurunan logam las pada tingkat harga terendah dan tidak menurunkan mutu dari sambungan. Temuan kampuh X pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kampuh X mampu memberikan penurunan panas lebih cepat dan penurunan logam las pada tingkat harga yang paling rendah dan tidak menurunkan mutu pada sambungan kampuh X.

Temuan penelitian ini mendukung hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Indrayono (2018) yang menyatakan bahwa rata-rata penelitian pada pengujian arus 80, 100, dan 130 A diketahui kampuh V menghasilkan rata-rata kekuatan tarik 33,3 kgf/m, pada kampuh U menghasilkan rata-rata kekuatan tarik 34,5 kgf/m, dan pada kampuh X menghasilkan rata-rata kekuatan tarik 36,41 kgf/m. berdasarkan hal itulah dinyatakan bahwa sambungan kampuh X lebih kuat dari sambungan kampuh V dan U.

4. SIMPULAN

1. Diketahui terdapat pengaruh kuat arus las pada struktur mikro. Kuat arus 120 A, struktur mikro didominasi oleh ferit sedangkan kondisi permukaan cenderung kasar. Hal ini disebabkan tingkat temperatur yang dihasilkan kuat arus 120 A, proses pencairan elektrodanya lama. Sementara semakin besar kuat arus, pengaruh yang dihasilkan adalah luasnya ferit yang mendominasi dan beberapa titik perlit dengan kondisi permukaan rata-rata cenderung halus.
2. Berdasarkan analisis dan pembahasan diketahui kuat arus berpengaruh terhadap hasil uji kekerasan *vickers*. Nilai *vickers* tertinggi terdapat pada hasil las kuat arus 120 A pada *base metal*

diikuti nilai *vickers* terendah yang terjadi pada kuat arus 130 A, hal ini karena semakin kecil kuat arus yang dipakai nilai VHN yang didapat akan semakin tinggi karena saat kuat arus pengelasan yang dipakai semakin kecil, akan mengakibatkan suhu lelehan elektroda pengelasan akan semakin kecil juga sehingga penyebaran daerah HAZ pada spesimen akan semakin sempit penyebarannya.

3. Berdasarkan analisis dan pembahasan diketahui terdapat pengaruh kampuh terhadap struktur mikro pada masing-masing kuat arus. Kampuh K, V, dan X menunjukkan adanya dominasi ferit dan beberapa bagian perlit. Masing-masing kampuh kondisi permukaan las pada setiap kenaikan kuat arus cenderung dominan warna cerah serta permukaannya semakin halus dari kuat arus 120 A, 130 A, dan 140 A.
4. Hasil uji kekerasan *vickers* menunjukkan VHN tertinggi pada kuat arus 120 A untuk Kampuh X, V dan K. Pada kuat arus 130 A terdapat pada kampuh K dan pada kuat arus 140 A terdapat pada kampuh X. Sebagaimana hasil analisis ini maka agar pengelasan SMAW bahan EMS 45 memiliki nilai VHN yang besar, maka kampuh yang disarankan adalah kampuh X dengan kuat arus 120 A.

SARAN

1. Hendaknya proses pengelasan memperhatikan setiap aspek persiapan bahan dan proses pengerjaan. Pengelasan tidak hanya memerlukan kualitas bahan saja. Namun, juga perlu

adanya kecermatan dalam pengelolaan keterampilan, baik keakuratan ukuran bahan, ketepatan sasaran dan kecepatan waktu mengelas.

2. Untuk mendapatkan hasil sambungan las yang baik, maka perlu mengenali karakteristik dan ciri-ciri kampuh yang digunakan dalam pengelasan.
3. Ruang lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, seperti konstruksi kapal, jembatan, rangka baja, bejana tekan, rel kereta api, pipa saluran, dan sebagainya, maka untuk penelitian yang akan datang disarankan melakukan penelitian pada konstruksi tersebut sehingga memberikan masukan pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamid, Abdul. 2016. *Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan*. Batam: Jurnal Teknik Mesin Universitas Batam.
- Erizal. *Analisa Struktur Mikro Pada Daerah Las Dan HAZ Hasil Pengelasan Shielded Metal Arc Metal (SMAW) Pada Baja Karbon Medium Dan Quenching Air Laut*. Bengkulu: Jurnal Teknik Mesin Universitas Prof. DR. Hazairin.
- Wiryosumarto, H. dan Okumura, T. 2000. *Teknik pengelasan logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Santoso, Trinova Budi, Solichin, Pihanto Tri Hutomo, Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW dengan Elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, Tahun 23, No. 1, April.

- Suharno. 2008. Struktur Mikro Las Baja C-Mn Hasil Pengelasan Busur Terendam dengan Variasi Masukan Panas. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 10, No. 1, April 2008.
- Moruni, dan Kembaren. 2013. *Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013*. Palembang: Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- Indrayono.2018. Pengaruh Variasi Arus Dan Bentuk Kampuh Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Sambungan Las Dengan Elektroda Type E6013. *Simki-Techsain*, Vol. 02 No. 02 Tahun 2018 ISSN : 2599-3011.