

Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Menggunakan Pengelasan SMAW Pada Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanis

S. Y. Firdaus, T. Rahardjo

Jurusan Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: satryayoga69@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan antara dua bagian logam atau lebih menjadi satu sambungan yang tetap dengan menggunakan sumber panas dan bahan tambah. Pengelasan busur nyala api listrik terlindung merupakan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), untuk menghasilkan kualitas las yang baik, maka salah satu yang harus diperhatikan ialah bentuk kampuh las, sebelum melakukan proses pengelasan, terlebih dahulu menentukan jenis sambungan las dan bentuk kampuh las yang akan digunakan untuk menyambung kedua logam. Logam baja merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam bidang teknik, khususnya pada baja AISI 1050 yang mempunyai sifat mampu mesin yang baik. Pada penelitian menggunakan metode eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai dari kampuh X, kampuh V dan Kampuh U dari hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7016 pada baja AISI 1050 terhadap uji tarik, uji dampak, uji kekerasan dan uji struktur mikro. Dari hasil uji kekuatan tarik terdapat nilai tertinggi pada bentuk kampuh V dengan nilai rata-rata 66,89 kgf/mm² sedangkan nilai terendah terdapat pada kampuh U dengan nilai rata-rata 62,71 kgf/mm². Pada uji kekuatan dampak terdapat nilai tertinggi dari HI pada bentuk kampuh V dengan nilai rata-rata 0,0407 J/mm sedangkan nilai terendah terdapat pada bentuk kampuh U dengan nilai rata-rata 0,0297 J/mm. Pada uji kekerasan, nilai permukaan tertinggi untuk semua variasi terdapat pada bentuk kampuh X dengan nilai rata-rata sebesar 62 HRB dan nilai terendah terdapat pada bentuk kampuh V dengan nilai rata-rata 47 HRB yang terdapat pada daerah lasan. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada bentuk kampuh X, V dan U telah terdapat struktur fasa ferit dan fasa perlit.

Katakunci Variasi Kampuh, Las SMAW, Baja AISI 1050, Sifat Mekanis

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi produksi dan bahan baku logam tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi penyambungan logam. Dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terlihat dari kemampuan seorang individu dalam penyambungan logam yang terdapat beberapa jenis variasi, salah satunya ialah variasi kampuh. Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan tekanan atau tanpa tekanan dan juga dengan logam atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Prosedur pengelasan memerlukan bermacam-macam pengetahuan yang turut serta mendampingi praktek. Dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las harus direncanakan tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las, jenis sambungan las dan kampuh las yang akan digunakan. Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan las busur nyala api listrik terlindung, dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Dengan adanya pencairan logam maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk yang kemudian terbentuklah kawah cair dan setelah itu membeku, maka terjadilah logam lasan dan terak. Jenis pengelasan SMAW paling banyak dipakai dimana-mana. Untuk menghasilkan kualitas las yang baik, maka salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah bentuk kampuh las, sebelum melakukan proses pengelasan terlebih dahulu menentukan jenis sambungan las dan bentuk kampuh las yang akan digunakan untuk menyambung kedua logam. Baja karbon paling banyak digunakan pada dunia industri khususnya baja AISI 1050 yang merupakan baja karbon sedang dengan kadar karbon berkisar 0,48 - 0,55 % [1].

Dalam penelitian ini permasalahan yang akan dihadapi ialah pengaruh jenis kampuh yang dilakukan dengan proses pengelasan SMAW pada baja AISI 1050 yang kemudian dilakukannya pengujian meliputi uji kekuatan tarik, uji kekuatan dampak, uji kekerasan dan uji struktur mikro, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa nilai maupun gambar dari hasil pengujian sifat mekanis dan struktur mikro. Dengan adanya variasi jenis kampuh tersebut, maka pengelasan pada baja AISI 1050 ini menggunakan variasi tiga kampuh yang terdiri dari kampuh X, kampuh V, dan juga kampuh U. Maka dari itu diperlukannya suatu prosedur pengelasan yang baik agar mendapatkan mutu las yang maksimal.

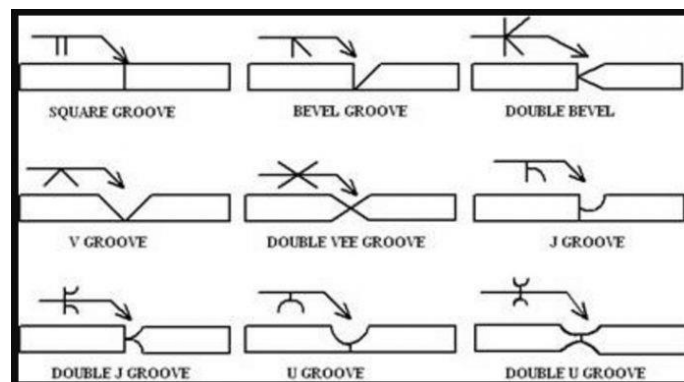
TEORI

A. Pengelasan

Berdasarkan definisi dari *Deutch Industrie Normen (DIN)* pengelasan merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las ialah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis teknologi pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan. [2]

B. Kampuh Las

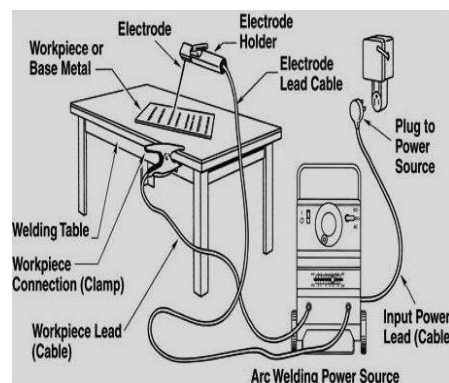
Kampuh merupakan sebuah kubangan dri bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh logam las (*weld metal*). Kampuh las awalnya adalah berupa gabungan las (*weld pool*) yang kemudian diisi dengan logam las. Pada dasarnya dalam memilih bentuk kampuh harus menuju kepada penurunan logam las sampai kepada harga logam terendah dan tidak menurunkan mutu sambungan. Untuk kampuh-kampuh las pada saat pembakarannya dapat mengisi pada seluruh tebalnya plat [3]



Gambar 1. Macam-macam bentuk kampuh las

C. Las SMAW

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dapat dikenal dengan istilah las listrik atau proses pengelasan dengan elektroda terbungkus yang merupakan suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus. Pada proses las elektroda terbungkus, busur api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan logam induk yang akan menghasilkan energi panas. Pada energi panas inilah yang dapat mencairkan sebuah ujung kawat las dan benda kerja secara setempat. Peralatan yang dibutuhkan untuk proses pengelasan SMAW meliputi mesin las SMAW, elektorda, *work clamp*, *electrode holder*, kabel kerja (*work cable*) dan kabel elektroda [4]



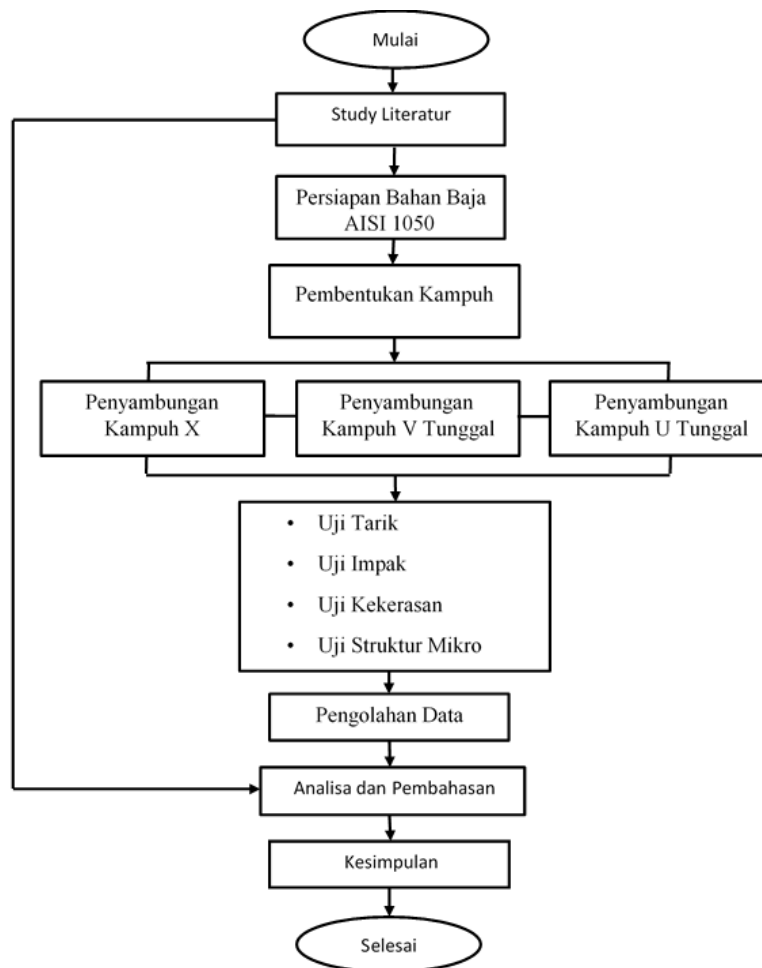
Gambar 2. Mesin las SMAW

D. Baja AISI 1050

Baja AISI 1050 merupakan baja karbon sedang (*medium carbon steel*) dengan kandungan karbon berkisar 0,48 – 0,55 % dan termasuk golongan baja karbon menengah. Baja ini juga memiliki komposisi yang baik. Kandungan tersebut sangat mempengaruhi sifat-sifat dari baja, antara lain :

- Carbon (C) = Unsur ini mempengaruhi tingkat kekerasan dari logam namun semakin tinggi kadar karbon maka logam akan semakin getas atau mudah patah.
- Mangan (Mn) = Unsur ini mempengaruhi sifat kekenyalan, mempermudah proses metalurgi yang baik dan liat.
- Pospor (P) = Unsur ini menyebabkan baja mudah rapuh.
- Sulfur (S) = Unsur yang dianggap sebagai pengotor pada baja dan dapat merugikan kualitas baja.

METODE PENELITIAN



Gambar 3. Diagram alir

Dengan menentukan topik maupun tema yang akan digunakan dalam penelitian, maka penyusunan ini dilakukan dengan tahap-tahap pada diagram alir yang diawali dengan memulainya pengajuan judul, selanjutnya dilakukannya mencari referensi yang digunakan sebagai acuan ataupun pendukung dalam memperkuat hasil dari pengujian yang telah dilakukan serta sebagai pembanding dengan penelitian yang sebelumnya. Untuk tahap selanjutnya mempersiapkan bahan dan melakukan pembentukan serta penyambungan pada bahan yang akan digunakan untuk pengujian, setelah dilakukan pengujian, maka data yang sudah didapatkan untuk dikelola dan dilakukannya analisa maupun pembahasan. Setelah melakukan analisa dan pembahasan, lalu ditariknya kesimpulan dan tahap penelitian sudah berakhir.

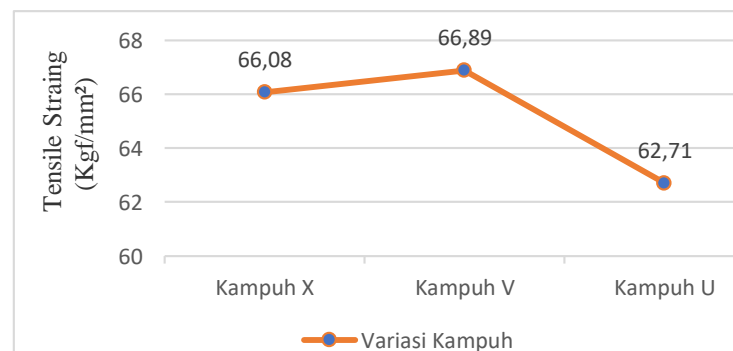
ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan data uji tarik

a) Data hasil penelitian uji tarik

TABEL 1. PENGOLAHAN DATA UJI TARIK

Variasi Kampuh Pengelasan	Jumlah Specimen	Area mm ²	Max. Force (Kgf)	0.2% Yield Strength (kgf/mm ²)	Tensile Strain (kgf/mm ²)	Elongition (%)
Kampuh X	A	54.00	3370	26.99	62.42	9.5
	B	54.00	3637	27.93	67.36	10.5
	C	54.00	3698	29.02	68.48	11
Rata-rata			3.568	27.98	66.08	10.3
Kampuh V	A	54.00	3868	32.51	71.62	9.5
	B	54.00	3486	28.72	64.55	8
	C	54.00	3484	26.28	64.52	9
Rata-rata			3.612	29.17	66,89	8,8
Kampuh U	A	54.00	3226	26.96	59.75	9
	B	54.00	3387	27.13	62.72	8.5
	C	54.00	3546	29.26	65.66	10.5
Rata-rata			3.386	27.78	62.71	9.1



Grafik 1. Hubungan variasi kampuh terhadap nilai kekuatan tarik

b) Analisa dan pembahasan hasil uji tarik

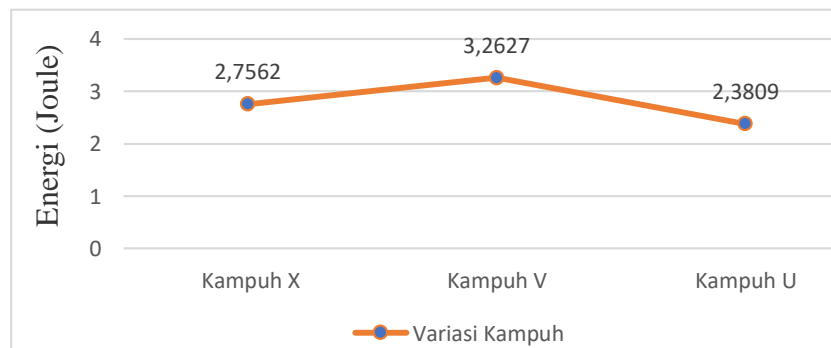
Dari hasil uji tarik pada spesimen dengan bentuk kampuh X, V, dan U, terdapat nilai kekuatan tarik yang berbeda-beda, pada bentuk kampuh X untuk spesimen A memiliki nilai 62,42 kgf/mm², spesimen B memiliki nilai 67,36 kgf/mm² dan spesimen C memiliki nilai 68,48 kgf/mm². Pada bentuk kampuh V untuk spesimen A dengan nilai 71,62 kgf/mm², spesimen B dengan nilai 64,55 kgf/mm² dan spesimen C dengan nilai 64,52 kgf/mm². Selanjutnya dengan bentuk kampuh U untuk spesimen A dengan nilai 59,75 kgf/mm², spesimen B dengan nilai 62,72 kgf/mm² dan spesimen C dengan nilai 65,66 kgf/mm². Dari ketiga jenis kampuh yang berbeda, diambil nilai rata-rata dan telah diperoleh nilai kekuatan tarik yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh bentuk kampuh. Pada spesimen dengan bentuk kampuh X memiliki nilai rata-rata 66,08 kgf/mm², untuk spesimen dengan bentuk kampuh V memiliki nilai rata-rata 66,89 kgf/mm², dan spesimen dengan bentuk kampuh U memiliki nilai rata-rata 62,71 kgf/mm². Dari ketiga variasi bentuk kampuh tersebut, telah terdapat nilai tertinggi yang dihasilkan oleh bentuk kampuh V, hal ini dikarenakan proses pengelasan pada jarak antara dua logam pelat yang akan dilas (*root gap*) pada kampuh V lebih sempurna dibandingkan kampuh yang lainnya, sehingga sambungan pada kampuh V menyatu dengan baik. Turunnya nilai kekuatan tarik dikarenakan proses pengelasan pada *root gap* kurang sempurna.

B. Pengolahan data uji impak

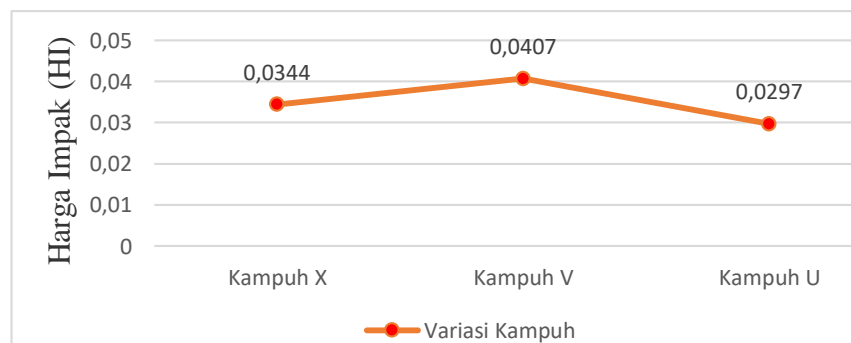
a) Data hasil penelitian uji impak

TABEL 2. PENGOLAHAN DATA UJI IMPAK

Variabel Kampuh Pengelasan	Jumlah Sample	l (mm)	b (mm)	t (mm)	h (mm)	α (°)	β (°)	Energi (Joule)	HI (Joule/mm)	
Kampuh X	1	55	10	8	80	45	32	2.4001	0.0300	
	2	55	10	8	80	45	35	1.9080	0.0239	
	3	55	10	8	80	45	20	3.9607	0.0495	
Rata-rata								29	2.7562	0.0344
Kampuh V	1	55	10	8	80	45	25	3.3922	0.0424	
	2	55	10	8	80	45	26	3.2643	0.0408	
	3	55	10	8	80	45	27	3.1316	0.0391	
Rata-rata								26	3.2627	0.0407
Kampuh U	1	55	10	8	80	45	33	2.2404	0.0280	
	2	55	10	8	80	45	28	2.9944	0.0374	
	3	55	10	8	80	45	35	1.9080	0.0239	
Rata-rata								32	2.3809	0.0297



Grafik 2. Hubungan variasi kampuh terhadap nilai energi



Grafik 3. Hubungan variasi kampuh terhadap nilai HI

b) Analisa dan pembahasan hasil uji impak

Dari hasil pengujian impak dengan metode charpy yang telah dilakukan pada bentuk kampuh X, V, dan U telah terdapat nilai energi dan juga harga impak. Pada bentuk kampuh X untuk sampel 1 mendapatkan nilai energi 2,4001 J dan harga impak 0,0300 J/mm, sampel 2 mendapatkan nilai energi 1,9080 J dan harga impak

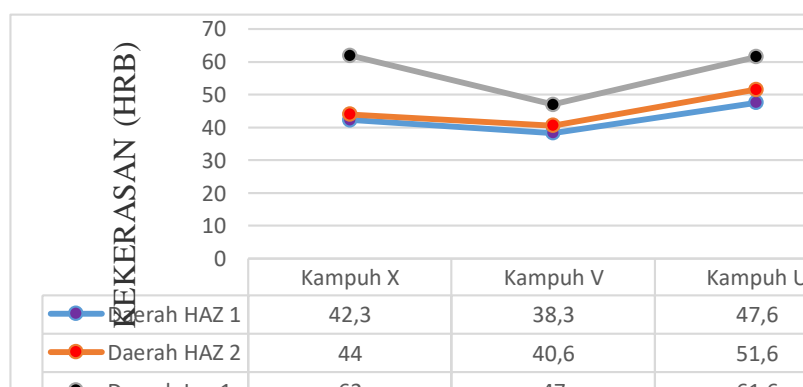
0,0239 J/mm, sampel 3 mendapatkan nilai energi 3,9607 J dan harga impact 0,0495. Pada bentuk kampuh V untuk sampel 1 mendapatkan nilai energi 3,3922 dan harga impact 0,0424 J/mm, sampel 2 mendapatkan nilai energi 3,2643 J dan harga impact 0,0408 J/mm, sampel 3 mendapatkan nilai energi 3,1316 J dan harga impact 0,0391 J/mm. Selanjutnya dengan bentuk kampuh U untuk sampel 1 mendapatkan nilai energi 2,2408 J dan harga impact 0,0280 J/mm, sampel 2 mendapatkan nilai energi 2,9944 J dan harga impact 0,0374 J/mm, sampel 3 mendapatkan nilai energi 1,9080 dan harga impact 0,0239 J/mm. Dari ketiga jenis bentuk kampuh yang berbeda, telah terdapat nilai rata-rata dari energi dan juga harga impact. Pada sampel dengan bentuk kampuh X telah mendapatkan nilai energi dengan rata-rata 2,7562 J dan nilai harga impact dengan rata-rata 0,0344 J/mm, untuk sampel dengan bentuk kampuh V mendapatkan nilai energi dengan rata-rata 3,2627 J dan nilai harga impact dengan rata-rata 0,0407 J/mm dan yang terakhir untuk sampel dengan bentuk kampuh U mendapatkan nilai energi dengan rata-rata 2,3809 J dan nilai harga impact dengan rata-rata 0,0297 J/mm. Dari ketiga bentuk kampuh yang berbeda terdapat nilai harga impact tertinggi yang dihasilkan pada bentuk kampuh V, hal ini dikarenakan pada sudut kampuh (*included angle*) V tidak ada oksigen yang tercampur dalam kabungan las yang bisa membentuk oksida dalam logam las, sehingga pada kampuh V memiliki nilai tertinggi terhadap uji ketangguhan. Berkurangnya nilai ketangguhan dikarenakan oksigen atau nitrogen yang banyak terserap kedalam logam las.

C. Pengolahan data uji kekerasan

a) Data hasil penelitian uji kekerasan

TABEL 3. PENGOLAHAN DATA UJI KEKERASAN

Variasi Kampuh Pengelasan	Jumlah Specimen	Daerah HAZ 1	Daerah HAZ 2	Daerah Las 1
Kampuh X	1	43	49	66
	2	44	43	60
	3	40	40	60
Rata-rata		42.3	44	62
Kampuh V	1	38	42	40
	2	37	40	43
	3	40	40	58
Rata-rata		38.3	40.6	47
Kampuh U	1	60	65	66
	2	41	44	60
	3	42	46	59
Rata-rata		47.6	51.6	61.6



Grafik 4. Hubungan variasi kampuh terhadap nilai kekerasan

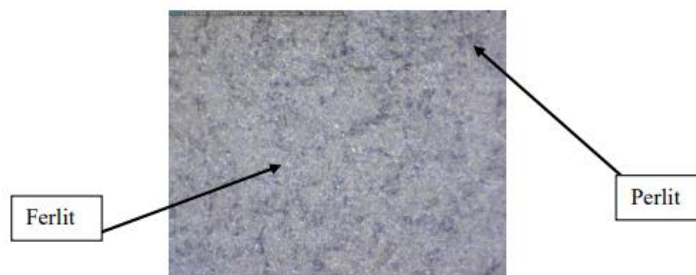
b) Analisa dan pembahasan hasil uji kekerasan

Dari hasil uji kekerasan yang telah dilakukan pada bentuk kampuh X, V, dan U telah terdapat nilai dari daerah HAZ 1, daerah HAZ 2 dan daerah Las. Pada bentuk kampuh X untuk spesimen 1 mendapatkan nilai

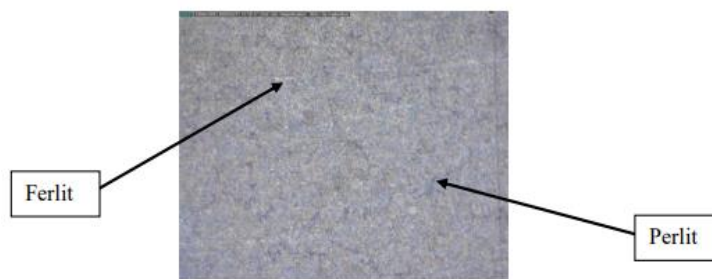
daerah HAZ 1 sebesar 43 HRB, spesimen 2 sebesar 44 HRB dan spesimen 3 sebesar 40 HRB, pada daerah HAZ 2 spesimen 1 mendapatkan nilai 49 HRB, spesimen 2 sebesar 43 HRB dan spesimen 3 sebesar 40 HRB, daerah Las pada spesimen 1 mendapatkan nilai 66 HRB, spesimen 2 sebesar 60 HRB dan spesimen 3 sebesar 60 HRB. Pada bentuk kampuh V untuk spesimen 1 mendapatkan nilai daerah HAZ 1 sebesar 38 HRB, spesimen 2 sebesar 37 HRB dan spesimen 3 sebesar 40 HRB, pada daerah HAZ 2 spesimen 1 memiliki nilai sebesar 42 HRB, spesimen 2 sebesar 40 HRB dan spesimen 3 sebesar 40 HRB, pada daerah Las spesimen 1 memiliki nilai sebesar 40 HRB, spesimen 2 sebesar 43 HRB dan spesimen 3 sebesar 58 HRB. Selanjutnya pada bentuk kampuh U untuk spesimen 1 mendapatkan nilai daerah HAZ 1 sebesar 60 HRB, spesimen 2 sebesar 41 HRB dan spesimen 3 sebesar 42 HRB, pada daerah HAZ 2 spesimen 1 memiliki nilai sebesar 65 HRB, spesimen 2 sebesar 44 HRB dan spesimen 3 sebesar 46 HRB, pada daerah Las spesimen 1 memiliki nilai sebesar 66 HRB, spesimen 2 sebesar 60 HRB dan spesimen 3 sebesar 59 HRB. Dari ketiga kampuh tersebut diambil nilai rata-rata pada daerah HAZ 1, HAZ 2 dan daerah Las. Untuk kampuh X pada daerah HAZ 1 mendapatkan nilai rata-rata 42,3 HRB, pada daerah HAZ 2 dengan rata-rata 44 HRB dan daerah lasan dengan rata-rata 62 HRB. Kampuh V pada daerah HAZ 1 mendapatkan nilai rata-rata 38,3 HRB, pada daerah HAZ 2 dengan rata-rata 40,6 HRB dan daerah lasan dengan rata-rata 47 HRB. Kampuh U pada daerah HAZ 1 mendapatkan nilai rata-rata 47,6 HRB, pada daerah HAZ 2 dengan rata-rata 51,6 HRB dan daerah lasan dengan rata-rata 61,6 HRB. Dari semua rata-rata pada bentuk kampuh yang berbeda, terdapat nilai tertinggi yang dihasilkan kampuh X pada daerah las dengan nilai rata-rata 62 HRB dikarenakan kampuh X mengalami dua sisi pengelasan yang menyebabkan pendinginan udara semakin lama dan menyebabkan kekerasan pada daerah las semakin tinggi. Nilai tertinggi daerah HAZ terdapat pada kampuh U dikarenakan memiliki sudut yang lebih kecil, maka saat proses pengelasan mengalami siklus termal dan pendinginan yang lebih cepat.

D. Pembahasan hasil uji foto struktur mikro

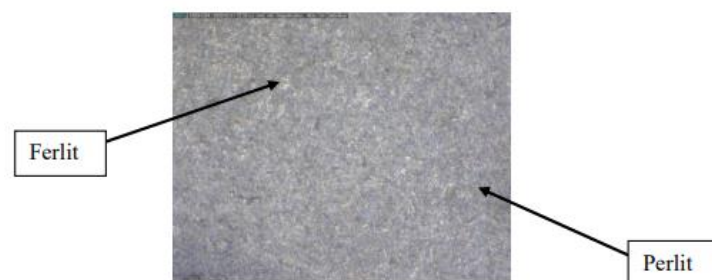
a) Hasil penelitian uji struktur mikro



Gambar 4. Hasil pengamatan struktur mikro kampuh X



Gambar 5. Hasil pengamatan struktur mikro kampuh V



Gambar 6. Hasil pengamatan struktur mikro kampuh U

b) *Analisa dan pembahasan hasil uji struktur mikro*

Pada gambar foto struktur mikro kampuh X, V dan U yang ada diatas menunjukkan pembesaran 900 kali pada daerah logam las (*weld metal*). Pada hasil pengamatan struktur mikro dengan bentuk kampuh X, V dan U tersebut, telah terdapat 2 struktur fasa yaitu ferit dan perlit, dimana struktur perlit ditampilkan dengan warna gelap dengan sifat yang lebih kuat, keras dan sedikit getas dan struktur fasa ferit ditampilkan dengan warna terang dengan sifat lunak dan ulet.

Pada gambar diatas butiran perlit lebih menyebar daripada butiran ferlit. Hal ini dikarenakan masukan temperatur panas saat pengelasan dapat merubah butiran perlit dan ferit, maka semakin sedikit jumlah presentase butiran perlit, semakin menurun pula kekuatan dari material tersebut.

KESIMPULAN

Setelah dilakukannya uji tarik, uji impact, uji kekerasan dan struktur mikro pada baja AISI 1050 yang dilakukan proses pengelasan dengan variasi kampuh, maka terdapat hasil yang dapat disimpulkan dari penelitian ini. Bahwa nilai tertinggi dari hasil uji tarik terdapat pada kampuh V dengan nilai 66,89 kgf/mm² dan nilai terendah terdapat pada kampuh U dengan nilai 62,71 kgf/mm². Untuk uji impact nilai tertinggi terhadap HI terdapat pada kampuh V dengan nilai 0,0407 J/mm dan nilai terendah terdapat pada kampuh U dengan nilai 0,0297 J/mm. Selanjutnya nilai tertinggi dari uji kekerasan didaerah HAZ 1 dan HAZ 2 terdapat pada kampuh U dengan nilai 47,6 HRB dan 51,6 HRB, daerah logam las terdapat pada kampuh X dengan nilai 62 HRB. Pada hasil pengamatan struktur mikro telah terdapat unsur fasa perlit dan ferlit. Dari semua hasil pengujian akan dibandingkan dengan nilai raw material, dimana raw material memiliki nilai lebih tinggi dari semua pengujian.

REFERENSI

- [1] M. Siddiq, N. Nurdin, dan I. Amalia, "Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW," *Journal of Welding Technology*, vol. 1, no. 1. hal. 11–16, 2019.
- [2] H. Wirjosumarto dan T. Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradya Paramita, 2000.
- [3] H. A. Rahman dan Imran, "Analisa pengaruh variasi kampuh terhadap hasil pengelasan SMAW pada stainless steel 304 menggunakan pengujian ultrasonic dan kekuatan tarik," *Jurnal Polimesin*, vol. 18, no. 1. hal. 30–38, 2020. [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/view/1057>
- [4] B. Widodo dan A. E. Purkuncoro, "Penggunaan Elektrode E 7016 Pada Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanik Dengan Variasi Posisi Pengelasan SMAW," *J. FLYWHEEL*, vol. 8, no. 1, hal. 36–44, 2017.