

PENGARUH PERBEDAAN POSISI PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN IMPAK STRUKTUR MIKRO PADA STAINLESS STEEL 304

Oleh: Uri Sapu Sallebayu, 18 212 009

Dosen Pembimbing: Drs. R. O. K. Munaiseche, M.Eng dan

Ir. Jenly D. I. Manongko, M.Eng.

Email: urisapusallebayu@gmail.com

ABSTRACT

The objectives to be achieved in this study: (1) To determine the differences in SMAW welding positions on the impact strength of microstructures in stainless steel 304 in the hand position (1 G). (2) To find out the difference in SMAW welding positions to the impact strength of microstructures in stainless steel 304 in a horizontal position (2 G). (3) Measuring the impact strength after welding. This study uses a quantitative quasi-experimental research methodology. Experimental research techniques can be thought of as techniques for studying how different therapies affect people under carefully controlled circumstances. The results of the calculation of the impact force on each test object according to the specified temperature will be used as data in this study. The findings of this study are as follows: (1) The fracture impact value of 304 stainless steel plate iron was determined based on the findings of the research work that had been carried out with a welding current of 125 Ampere at Groove 1 G joints (flat welding position) at Slot 2 G while (Horizontal Welded Position) at standard 2.53 J/mm² and high thermal treatment. In addition, it causes strong splits and can send warning signals to heal immediate damage before larger fractures occur. (2) Based on the study of the test object with microstructure, it is known that the microphotographs at Groove 1 G (Flat It Position) and 2 A (Horizontal It Position) joints are not significantly different, especially in the welded joint area, as can be observed in the contrast of ferrite structures and pearlite, as the pearlite framework appears to be predominant in each anchor joint.

Keywords: *Welding, Impact Strength, Stainless Steel 304*

ABSTRAK

Tujuan yang ingin di capai dalam penelitian ini: (1) Untuk mengetahui Perbedaan Posisi Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impak Struktur Mikro Pada Stainless Steel 304 pada posisi bawah tangan (1 G). (2) Untuk mengetahui Perbedaan Posisi Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impak Struktur Mikro Pada Stainless Steel 304 pada posisi horizontal (2

G). (3) Mengukur kekuatan impak setelah dilas. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kuasi eksperimen kuantitatif. Teknik penelitian eksperimental dapat dianggap sebagai teknik untuk mempelajari bagaimana terapi yang berbeda mempengaruhi orang dalam keadaan yang dikontrol dengan hati-hati. Angka-angka hasil perhitungan gaya tumbukan pada setiap benda uji sesuai dengan temperatur yang ditentukan akan digunakan sebagai data dalam penelitian ini. Temuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Nilai impak pecah dari bahan besi plat stainless steel 304 ditentukan berdasarkan temuan dari pekerjaan penelitian yang telah dilakukan dengan arus pengelasan 125 Ampere pada sambungan *Groove* 1 G (Posisi Pengelasan datar) pada Sedangkan Slot 2 G (Horizontal Welded Position) pada standar 2,53 J/mm² dan high thermal treatment. Selain itu, itu menyebabkan perpecahan yang kuat dan dapat mengirimkan sinyal peringatan untuk menyembuhkan kerusakan segera sebelum terjadi patah tulang yang lebih besar. (2) Berdasarkan penelitian terhadap benda uji dengan struktur mikro, diketahui bahwa mikrofotograf pada sambungan *Groove* 1 G (Flat It Position) dan 2 A (Horizontal It Position) tidak berbeda nyata, terutama pada daerah sambungan las, sebagaimana dapat diamati dalam kontras bangunan ferit dan perlit, karena kerangka perlit tampaknya dominan di setiap sambungan jangkar.

Kata Kunci: Pengelasan, Kekuatan Impak, Stainless Steel 304

PENDAHULUAN

Kemajuan peralatan las logam telah membuat hidup lebih mudah bagi orang-orang. Saat ini, perkembangan teknologi di bidang elektronika dengan penelitian yang mempelajari sifat-sifat atom berdampak signifikan pada penemuan zat baru dan, secara bersamaan, bagaimana menghubungkannya. Proses difusi digunakan dalam pengelasan untuk menggabungkan dua atau lebih bahan, yang menghasilkan penyatuan komponen penyusun bahan. Sambungan las memiliki kelebihan yaitu ringan, mampu menahan kekuatan tinggi, mudah digunakan, dan sangat terjangkau. Namun, kelemahan utamanya adalah modifikasi struktur mikro material, yang mengarah pada modifikasi karakteristik fisik dan mekanik material. Batang-batang tersebut sekarang disambung menggunakan proses

pengelasan dalam pengembangan struktur baja dan peralatan konstruksi. Karena struktur dan peralatan yang dibangun menggunakan teknik kombinasi lebih ringan dan proses produksinya lebih mudah, biaya keseluruhan yang dikeluarkan lebih rendah, sehingga adopsi teknologi ini meluas. Dapat dikatakan bahwa hampir tidak ada logam yang tidak dapat diikat atau dilebur dalam metode yang ada sekarang berkat banyaknya teknologi baru yang telah dikembangkan sebagai hasil dari kemajuan pesat ini. Saat ini, pembakaran gas dan arus listrik digunakan untuk memanaskan logam yang harus disambungkan. Gas yang paling sering digunakan adalah gas asetilena, terkadang disebut sebagai las karbida. Gas asetilena dan gas oksigen murni digabungkan untuk mengelas logam. Di antara campuran gas lainnya, campuran keduanya menghasilkan panas paling

banyak. Pengelasan adalah suatu cara penyambungan logam dimana panas yang ditimbulkan oleh proses pengelasan menyebabkan logam-logam tersebut melebur menjadi satu, baik menggunakan tekanan atau logam pengisi maupun tidak. Menurut Duetch Industries Normen (DIN), penyolderan adalah ikatan mekanis yang dilakukan pada sambungan logam atau paduan logam saat logam atau campuran logam masih cair atau cair. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengelasan adalah penerapan energi panas setempat untuk menyambungkan banyak batang logam menjadi satu (Wiryosumarto, 2018).

SMAW (Shielded Steel Arc Welding), sering dikenal dengan istilah shielding electrode electric arc welding, merupakan salah satu jenis pengelasan yang menggunakan nyala busur listrik untuk melelehkan logam. Elektroda membuat busur listrik. baik logam induk maupun yang dilindungi. Bahan dasar dan ujung elektroda melebur dan membeku secara bersama akibat panas yang dihasilkan busur listrik (Wiryosumarto, 2018). Ketika elektroda terbakar dan menghasilkan butiran yang diangkut oleh arus busur listrik yang dihasilkan, logam dikeluarkan dari elektroda dengan cara ini. Serpihan logam cair yang dibawa semakin halus saat digunakan arus listrik yang kuat, begitu pula sebaliknya. Butiran membesar jika arusnya lemah. Dalam pengelasan, sejumlah faktor, antara lain arus listrik busur, tegangan, penetrasi, polaritas listrik, dan kecepatan pengelasan, berdampak pada kekuatan las (Suratman, 2018). Jenis elektroda, panjang inti katoda, apa itu

pengelasan, tata letak sambungan, kebenaran sambungan, dan faktor lainnya semuanya mempengaruhi seberapa cepat lasan dihasilkan. Namun kenyataannya, banyak tukang las yang mengabaikan hal ini, yang menyebabkan banyak cacat las dan melemahnya sambungan las. Dibutuhkan 125 Ampere untuk menentukan besarnya arus yang digunakan dalam pengelasan ini. Ketahanan Benturan pada sambungan V pada las Stainless Metal 304 dengan elektroda atasnya E316-16 adalah elemen yang akan dieksplorasi dalam penyelidikan ini.

Baja tahan karat yang digunakan dalam berbagai macam produk, termasuk peralatan dapur, aplikasi arsitektural, fondasi dan penahanan, dan barang-barang obat. Mereka sering digunakan tidak hanya karena ketahanannya terhadap korosi tetapi juga karena kelenturan, fabrikabilitas, dan daya tahannya. Inilah yang memicu minat dalam studi tentang baja tahan karat atau baja tahan karat austenitik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kuasi eksperimen kuantitatif. Teknik penelitian eksperimental dapat dianggap sebagai teknik untuk mempelajari bagaimana terapi yang berbeda mempengaruhi orang dalam keadaan yang dikontrol dengan hati-hati. Angka-angka dari hasil perhitungan besaran tumbukan pada setiap benda uji sesuai dengan temperatur yang ditetapkan akan digunakan sebagai data dalam penelitian ini. Penelitian akan dilakukan selama 6 bulan (November 2022 – April 2023) dengan las berlangsung di bengkel las dan pengujian berlangsung di

Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasanudin Makassar.

Objek penelitian ini adalah material logam baja *Stainless Steel 304* yang akan diteliti *kekuatan impak* dan *struktur mikro* kandungan unsur-unsur penyusunnya.

Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini meliputi

1. Alat

- Gergaji
- Kikir
- Jangka sorong
- Kertas amplas
- Mesin las saw
- Tang
- Ragum
- Alat Uji Ketangguhan (Impak)
- Mesin uji foto mikro (*Mikroskop Optik*)

2. Bahan

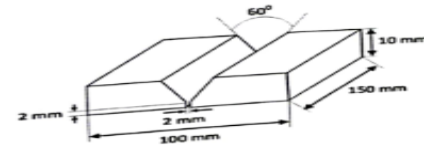
- Material Uji *Stainless Steel* Tipe 304
- Elektroda las
- Pembuatan Kampuh V terbuka

Prosedur Penelitian

Bentuk spesimen uji impak dapat terlihat. Prosedur pengujian meliputi:

- Sampel UI untuk pengujian dengan dimensi (5,5 x 1) cm dibuat untuk A, B, C, dan D.
- Sebelum digunakan, siapkan alat uji dampak charpy.
- Tentukan tebal, lebar, dan panjang spesimen sebelum memberikan nomornya.
- Menggunakan klem untuk mengamankan spesimen ke tumpuan
- Tekan tombol dan angkat pegangan untuk melepaskan palu.
- Secara otomatis palu akan jatuh dan mengenai benda uji.

7. Catat laju penyerapan energi (E) yang



ditunjukkan oleh jarum penguji tumbukan pada izod.

8. Selanjutnya digunakan rumus untuk mendapatkan harga efek..

Kampuh Yang Digunakan

menunjukkan rancangan spesimen dengan dimensi panjang 100 mm, lebar 55 mm, dan tebal 10 mm, (*Stainless Metal Test Type 304*), sebelum disolder pada spesimen. Spesimen memiliki tiga jenis jahitan, termasuk jahitan V. Setelah tumbuh, benda kerja disiapkan untuk pengelasan SMAW dengan arus las 125A.

prosedur Pengelasan

Proses pengelasan akan dilakukan secara manual dengan menggunakan las Listrik SMAW dengan sambungan pengelasan yang dilakukan dengan sambungan kampuh V dengan sudut kemiringan 30^0 (Gambar 2), arus yang digunakan 125 A, elektroda yang digunakan elektroda las RB 3,2 dengan diameter 3,2 mm, dengan menggunakan posisi pengelasan datar (1G) dan pada posisi horizontal (2G).

Sebelum dilakukannya pengelasan kita harus mempersiapkan specimen sesuai standard yang sudah ditetapkan pada laboratorium uji seperti yang telah dipaparkan diatas. Polaritas pengelasan yang digunakan polaritas terbalik searah dan proses pengisian pengelasan yang terdiri dari 1, 2, 3 pada layer pada kampuh V.

Gambar 1 Dimensi Spesimen Las Dengan Kampuh

Analisis Kekuatan Impak

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A}$$

Dimana :

HI = Harga Impak (joule/mm²)

E = Energi yang diserap (joule)

A = Luas Penampang dibawah takik (mm²)

Prosedur pengujian

1. Pengujian Kekuatan
2. Uji Struktur Mikro
3. Prosedur Pengambilan Data
4. Tabel Perolehan

Tabel 1 Data Hasil Nilai Impak

No.	Posisi	Arus (Ampere)	Pengujian kekuatan (J/mm ²)			Uji Struktur Mikro
			Nilai Impak 1	Nilai Impak 2	Nilai Impak 3	
1	1 G	125				
2	2 G	125				

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengelasan dilakukan secara manual dengan menggunakan las Listrik SMAW dengan sambungan pengelasan yang dilakukan dengan sambungan kampuh V dengan sudut kemiringan 30⁰, arus yang digunakan 125 A, elektroda yang digunakan elektroda las E316-16 dengan diameter 3,2 mm, dengan menggunakan posisi pengelasan datar (1 G) dan pada posisi horizontal (2 G).

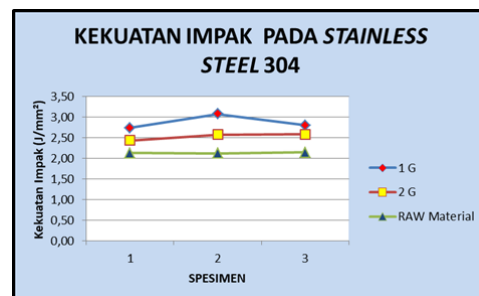
1. Kekuatan Impak

Tabel 2. Data Pengujian Ketangguhan Impak

Posisi Pengelasan	Spesimen	Lebar W (mm)	Tebal di bawah takikan T (mm)	Energi Impact (Joule)	Luas penampang A = W x T (mm ²)	Kekuatan Impak (J/mm ²)	Rata Rata Kekuatan Impak (J/mm ²)
1 G	1	10,00	9,12	250,00	91,20	2,74	2,87
	2	10,10	9,43	292,00	95,24	3,07	
	3	9,70	9,65	262,00	93,61	2,80	
2 G	1	10,08	9,54	234,00	96,16	2,43	2,53
	2	10,05	9,99	258,00	100,40	2,57	
	3	9,89	10,64	271,00	105,23	2,58	
RAW Material	1	10,01	9,57	205,00	96,11	2,13	2,13
	2	10,02	9,54	204,00	96,13	2,12	
	3	9,93	9,92	206,00	96,23	2,14	

Dari tabel diatas diperoleh grafik pengujian ketangguhan impak *perbedaan posisi pengelasan SMAW* maka hasil pengujian dapat disajikan dalam tabel dibawah ini.

Gambar 2. Nilai Energi Impak pada Spesimen Perbedaan Posisi Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impak



Gambar diagram diatas menunjukkan bahwa nilai energi yang diserap untuk Posisi pengelasan untuk sambungan

Groove 1 G (Posisi Pengelasan datar) arus pengelasan 125 Ampere pada Spesimen 1 sebesar 2,74 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 2 sebesar 3,07 J/mm²; nilai ini turun pada Spesimen 3 sebesar 2,80 J/mm²; dengan rata-rata 2,87 J/mm². Posisi pengelasan untuk sambungan *Groove* 2 G (Posisi Pengelasan *Horizontal*) arus pengelasan 125 Ampere pada Spesimen 1 sebesar 2,43 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 2 sebesar 2,57 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 3 sebesar 2,58 J/mm²; dengan rata-rata 2,53 J/mm². RAW material pada Spesimen 1 sebesar 2,13 J/mm²; nilai ini turun pada Spesimen 2 sebesar 2,12 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 3 sebesar 2,14 J/mm²; dengan rata-rata 2,13 J/mm².

Kemudian amatilah permukaan patahannya didalam lembar data, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.

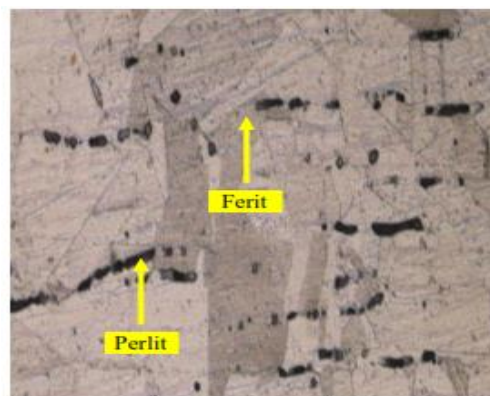
Data Permukaan Patahan

Posisi Pengelasan	Spesimen	Permukaan Patahannya
1 G	1	Ulet
	2	Ulet
	3	Ulet
2 G	1	Ulet
	2	Ulet
	3	Ulet
RAW Material	1	Getas
	2	Getas
	3	Getas

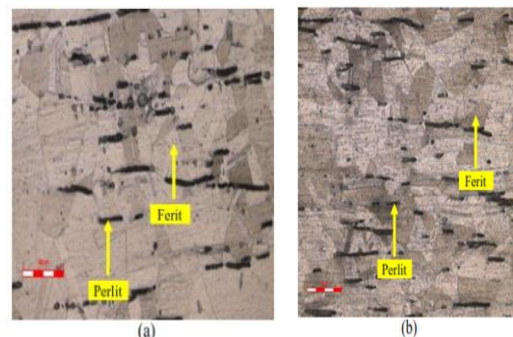
2. Struktur mikro

Menggunakan alat mikroskop yang dibuat mengikuti proses pengelasan,

pengujian mikro mencoba memeriksa struktur material. pada logam induk, potongan aslinya. Bahan baku digunakan sebagai referensi saat pengambilan gambar pada logam induk. Porsi ketiga di logam las, sedangkan porsi kedua diambil di area HAZ. Pembacaan kekerasan yang signifikan untuk setiap variasi yang ada dalam tiga area pengeleman, yaitu: area logam awal, area yang terpengaruh suhu, dan area logam las. Dengan perbesaran 500X, mikrostruktur logam dasar, zona yang terkena panas, dan daerah logam las terlihat. Gambar 28 sampai Gambar 31 menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro.

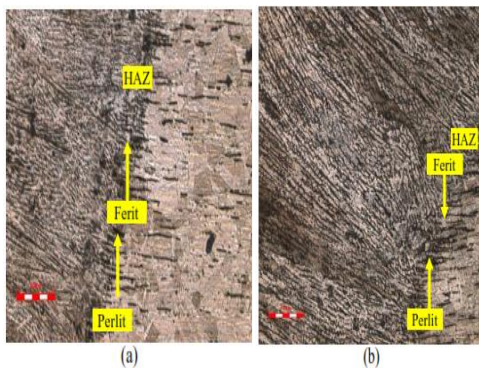


Gambar 3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro Raw Materials *Stainless Steel* 304

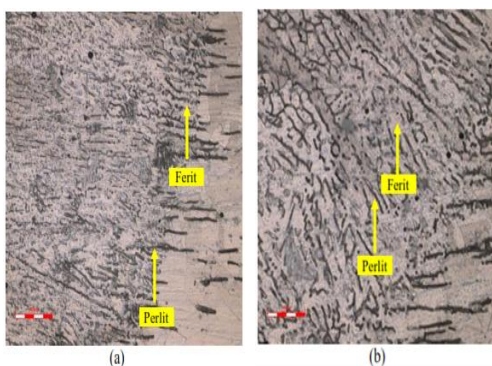


Gambar 4 Hasil Pengamatan Struktur Mikro Daerah Logam Induk (*Base Metal*) *Stainless Steel* 304 dengan Variasi Posisi Pengelasan (a) 1G (b) 2G

Gambar 5. Hasil Pengamatan Struktur Mikro Daerah Terpengaruh Panas (*Heat Affected Zone*) HAZ Stainless Steel 304 dengan Variasi Posisi Pengelasan (a) 1G (b) 2G



Gambar 6. Hasil Pengamatan Struktur Mikro Daerah Logam Las (*Weld Metal*) Stainless Steel 304 dengan Variasi Posisi Pengelasan (a) 1G (b) 2G



Berdasarkan temuan uji mikrostruktur yang digambarkan pada Gambar 3 sampai 6 di atas, diketahui bahwa daerah logam dasar stainless steel 304 tersusun atas fase Pearlite gelap dan fase Ferrite berwarna terang, dengan kandungan ferit menjadi kurang dari 2% dari total konten fase

Pemahasan

Menurut hasil percobaan yang dilakukan pada benda uji impact, patahan logam dasar merupakan patahan getas. Berbeda dengan patahan ulet, yang terjadi dengan cepat dan tanpa deformasi plastis sebelumnya, patahan getas dimulai dengan retakan yang cepat. Karena dapat terjadi secara tiba-tiba dan tanpa peringatan, patahan getas dianggap lebih berbahaya daripada patahan ulet. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan pada benda uji impact, patahan logam dasar adalah patahan getas. Berbeda dengan patahan ulet, yang terjadi dengan cepat dan tanpa deformasi plastis sebelumnya, patahan getas dimulai dengan retakan yang cepat. Karena dapat terjadi secara tiba-tiba dan tanpa peringatan, patahan getas dianggap lebih berbahaya daripada patahan ulet.

Gambar 7. Bentuk Patahan RAW Material



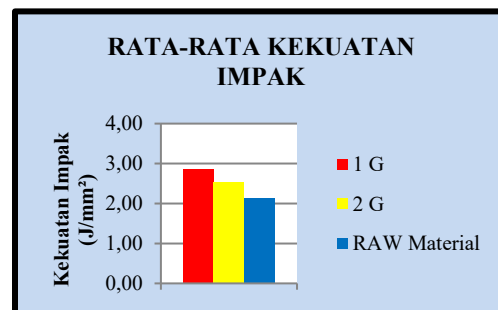
Kemudian diikuti harga impact Spesimen 1 memiliki lokasi las rata untuk sambungan Slot 1 G sebesar 2,74 J/mm²; Spesimen 2 memiliki posisi las datar yaitu 3,07 J/mm², dan Spesimen 3 memiliki posisi las datar yaitu 2,80 J/mm². Pengujian pada benda uji impact mengungkapkan bahwa retakan logam dasar adalah fraktur ulet. Ketika beban statis diberikan pada material, hasil fraktur ulet. Jika beban dihilangkan, retakan akan berhenti menyebar. Perpatahan daktilitas

ini dibedakan oleh penyerapan energi ditambah dengan deformasi plastis yang signifikan di sekitar rekahan, memberikan permukaan rekahan yang tampak kasar, berserat, dan berwarna abu-abu.

Gambar 8. Bentuk Patahan 1 G



Kemudian diikuti harga impak Dengan daya las 125 Ampere orientasi las horizontal sambungan Slot 2 G menghasilkan nilai 2,74 J/mm² pada Spesimen 1, 3,04 J/mm² pada Spesimen 2, dan 2,80 J/mm² pada Spesimen 3. Pengujian spesimen impak dari tes mengungkapkan bahwa fraktur logam dasar adalah fraktur ulet. Ketika beban statis diberikan pada material, hasil fraktur ulet. Jika tekanan dihilangkan, retakan akan berhenti menyebar. Struktur patahan ini dibedakan dengan penyerapan energi ditambah dengan deformasi plastis yang signifikan di sekitar patahan, membuat permukaan patahan tampak kasar, berserat, dan berwarna abu-abu.



Gambar 9. Bentuk Patahan 2 G

Diperoleh grafik pengujian ketangguhan rata-rata kekuatan impak perbedaan posisi pengelasan SMAW maka hasil pengujian dapat disajikan dalam tabel dibawah ini.

Gambar 10. Rata-Rata Kekuatan Impak

Grafik tersebut di atas menunjukkan penyerapan energi untuk posisi las datar (sambungan Groove 1 G) dengan arus untuk pengelasan 125 Ampere dan rata-rata 2,87 J/mm². posisi pengelasan horizontal dengan median 2,53 J/mm² untuk sambungan alur 2 G. Data RAW dengan rata-rata 2,13 J/mm². Suhu ruangan, media pendinginan, durasi pendinginan, dan kelembaban udara adalah beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan karena lamanya pendinginan dalam kisaran suhu tertentu selama siklus panas pengelasan secara signifikan mempengaruhi keadaan sambungan.

Tujuan dari uji impak ini adalah untuk mengetahui kemampuan las suatu bahan pada baja tahan karat 304 dan ketangguhan impak. pada uji impak ini, patahan terjadi pada daerah las.

Cr (krom) dan butiran kecil (bintik hitam), atau Pearlite (gelap) adalah fase yang paling jelas terlihat, menurut temuan pemeriksaan struktur keseluruhan pada semua spesimen. Berdasarkan temuan struktur logam induk (Base Metal) stainless steel 304 dengan pergeseran tempat las (a) 1G (b) 2G), terdiri dari dua fasa yang berbeda. Fasa ferro memiliki butiran datar berwarna cerah dan sangat ulet, sedangkan fasa perlit memiliki butiran berwarna gelap yang cukup keras tetapi rapuh. Fase perit yang ditampilkan dalam warna terang pada hasil akhir menggambarkan mikro daerah yang terkena dampak suhu (Heat Afflicted Zone) HAZ SS 304 dengan Perubahan Stasiun Las (a) 1G atau (b) 2G, terjadi pada saat ferit panggung dapat dilihat dalam warna gelap. Dibandingkan dengan logam dasar baja 304, struktur mikro di wilayah HAZ baja murni lebih besar.

Posisi 1 G pada zona yang terkena panas untuk pengelasan Struktur ferit HAZ SS 304 untuk Variasi Posisi Pengelasan lebih padat daripada posisi pengelasan 2G. Fasa ferit, yang direpresentasikan dengan warna terang pada temuan morfologi zona yang mengalami panas (Heat Affect Zone) HAZ akibat perubahan posisi pengelasan 1G, dan fasa perlit, yang ditampilkan dengan warna gelap. Struktur perlit pos las 2G pada daerah pengaruh panas (Heat Affect Zone) HAZ lebih padat dibandingkan dengan posisi las 2G. Siklus termal dapat berdampak pada HAZ, dan

jumlah masukan panas dapat berdampak pada struktur mikro di sana. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi pengelasan dapat berdampak pada perkembangan mikro HAZ (Kou, 2013). Fase perlit, yang direpresentasikan dalam warna terang pada temuan morfologi daerah logam las, dan -ferit, yang ditampilkan dalam warna gelap, adalah fase yang terjadi. Vermicular ferit adalah bentuk -ferit. Dibandingkan dengan lokasi las 2G, struktur mikro material las pada posisi las 1G memiliki struktur ferit yang lebih tebal.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan berikut ini dapat diambil dari temuan penelitian dan pembahasan dengan pokok bahasan, “Pengaruh Variasi Lokasi Pengelasan SMAW Terhadap Pengaruh Kekuatan Struktur Pada Baja Titanium 304:

1. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai energi yang diserap untuk Posisi pengelasan untuk sambungan Groove 1 G (Posisi Pengelasan datar) arus pengelasan 125 Ampere pada Spesimen 1 sebesar 2,74 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 2 sebesar 3,07 J/mm²; nilai ini turun pada Spesimen 3 sebesar 2,80 J/mm²; dengan rata-rata 2,87 J/mm². Pada Posisi pengelasan untuk sambungan Groove 2 G (Posisi Pengelasan Horizontal) arus pengelasan 125 Ampere pada Spesimen 1 sebesar 2,43 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 2 sebesar 2,57 J/mm²; nilai ini naik pada Spesimen 3 sebesar 2,58 J/mm²; dengan rata-rata 2,53 J/mm².

2. Patah ulet merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjararan retakan berhenti. Patah ulet ini ditandai dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (fibrous), dan berwarna kelabu. warna gelap. Pada pengujian impak ini perpatahan terjadi didaerah lasan, maksud dilakukan pengujian ini dititik beratkan pada kekuatan pengelasan pada material pada stainless steel 304 terhadap ketangguhan impak.
3. Pada hasil struktur mikro daerah base metal (Base Metal) Stainless Steel 304 dengan Variasi Posisi Pengelasan 1G dan 2G terdiri dari fasa ferit dan perlit, dengan fasa ferit memiliki struktur butiran yang rata, warna yang terang, dan keuletan yang baik, dan fasa perlit yang memiliki warna gelap, kekerasan yang relatif tinggi namun rapuh.

B. Saran

Setelah penulis melakukan pengujian dan analisis data, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu diperhatikan tentang pemilihan elektroda pada pengelasan SMAW agar mendapatkan hasil las dengan sifat mekanik yang baik. Disarankan menggunakan elektroda E316-16 untuk menghasilkan sambungan las dengan kekuatan impak yang baik.
2. Perlu diperhatikan tentang pemilihan kuat arus pada pengelasan SMAW agar mendapatkan hasil las dengan sifat mekanik yang baik. Disarankan

menggunakan memvariasi kuat arus 90 - 150 Ampere untuk menghasilkan sambungan las dengan kekuatan impak yang baik.

3. Bagi peneliti selanjutnya, diadakan penelitian lebih lanjut dari analisa kekuatan dan perubahan struktur mikro patahan akibat perbedaan posisi 1G (Posisi Pengelasan datar), 2G (Posisi Pengelasan *Horizontal*), 3G (Posisi Pengelasan *Vertikal*), 4G (Posisi Pengelasan di atas kepala atau *Overhead*) dengan menambahkan pengujian mekanik dan dengan perlakuan yang berbeda, yakni variasi media pendingin.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M., 2016, *Teori dan Praktik Las*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Anggaretno, Gita. 2017. *Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65.*” Jurnal Teknik ITS 1 (Corosion).
- A. International. 2002. *ASTM E23: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. ASTM International West Conshocken.
- Aswan, Din. 2017. *Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Benda Jatuh Bebas*. Medan, Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan
- Bachtiar. 2016. *Praktek Las*. Program Studi

Teknik Bangunan Kapal Jurusan
Teknik Bangunan Kapal Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya

- Bintoro, A. G., 2020, *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*, Kanisius, Yogyakarta.
- Chamberlain, John. 2018. *Korosi*. Jakarta: Gamedia Pustaka Utama.
- Djamiko, Riswan Dwi. 2008. *Teori Pengelasan Logam*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Groover, Mikell P. 2017. *Fundamental Of Modern Manufacturing, Material, Proses And System*. Penerbit Prentice-Hall Inc. USA.
- Iqbar, Al Ghifari, U. Budiarto, dan A. F. Zakki. 2018. *Analisa Kekuatan Impak, Tarik, dan Mikrografi Aluminium 5083 Akibat Pengelasan MIG (Metal Inert Gas) dengan Variasi Posisi Pengelasan*. J. Tek. Perkapalan, vol. 6, no. 4, 2018.
- Kenyon, W., Ginting, D., 2015, *Dasar-Dasar Pengelasan*, Erlangga, Jakarta.
- Johny WS. 2014. *Korosi*. Departemen Metalurgi dan Material FTUI.
- Malau, V., 2013, *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta.
- Setiabudi, A., Hardian, R. dan Muzakir, A. 2018. *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*, UPI Press.
- Setiawan. 2016. *Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan (Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A Dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekerasan Dan Uji Impact Universitas Muhammadiyah Surakarta*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Sonawan, H., Suratman, R., 2018, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.
- Suharto, 2016, *Teknologi Pengelasan Logam*, Rineka Cipta, Jakarta
- Sukaini. 2015. *Teknik Las Busur Listrik Manual/SMAW*. PPPTK VEDC MALANG. Malang.
- Sunaryo, Heri. 2018. *Teknik Pengelasan Kapal*. Jilid 1. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Supardi, E., 2016, *Pengujian Logam*, Angkasa, Bandung.
- Suratman, M., 2018, *Teknik Mengelas Asetilen, Brazing dan Busur Listrik*, Pustaka Grafika, Bandung.
- Surdia, T. 2019, *Pengetahuan Bahan*

Teknik. Pradnya Paramita. Jakarta.

Widharto, S., 20210 *Petunjuk Kerja Las*,
Pradnya Paramita, Jakarta.

Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T.,
2018, *Teknologi Pengelasan*
Logam, Erlangga, Jakarta