

KARAKTERISTIK SAMBUNGAN LAS SMAW ANGKUR INCINERATOR DENGAN PENGUJIAN HARDNESS

CHARACTERISTICS OF SMAW ANCHOR INCINERATOR WELD JOINTS WITH HARDNESS TESTING

¹Joni Arif, ²Syaiful Arif, ³Muhammad Kahlil Gibran, ⁴Mochamad Duta Haickal Febriansyah

^{1,2,3,4} Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183
email : 1dosen10017@unpam.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang Sampah seringkali menjadi persoalan yang tak kunjung selesai, masyarakat masih gemar membuang sampah sembarangan dengan berbagai cara dan alasan. Sampah merupakan suatu bahan yang terbuang dan atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis. Dalam kata lain sampah merupakan barang atau material sisa yang sudah tidak terpakai lagi namun masih banyak ditemukan dari berbagai kalangan masyarakat baik dari kalangan menengah kebawah maupun menengah keatas yang membuang sampah tidak pada tempatnya, hal ini akan menimbulkan dampak negatif karena membuang sampah sembarangan dapat menyebabkan terjadinya berbagai pencemaran lingkungan dan bencana alam seperti banjir, lingkungan menjadi kumuh dan timbul berbagai macam penyakit dan lain sebagainya. Incinerator merupakan perangkat vital dalam pengelolaan limbah yang bertujuan untuk mengurangi volume dan memusnahkan bahan kontaminan melalui pembakaran. Angkur atau anchor pada incinerator memiliki peran krusial dalam memberikan stabilitas dan kekuatan struktural pada mesin. Proses pengelasan menjadi aspek penting dalam pembuatan angkur, terutama menggunakan metode SMAW (Shielded Metal Arc Welding), yang dikenal karena kemampuannya untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama. Material stainless steel SS304 sering dipilih untuk aplikasinya yang memberikan ketahanan korosi serta kekuatan mekanik yang diperlukan. Teknik pengelasan SMAW diterapkan dengan memperhatikan parameter standar seperti arus listrik, jenis elektroda, dan teknik pengelasan. Setelah proses pengelasan selesai, sampel disiapkan untuk pengujian kekerasan menggunakan metode uji kekerasan Rockwell. Metode Rockwell mengukur kekerasan dengan menekan indentor ke dalam permukaan material dan menentukan kedalaman penetrasi yang dihasilkan. Parameter yang diukur meliputi nilai kekerasan pada berbagai lokasi, termasuk area las, daerah Heat Affected Zone (HAZ), dan material induk. Kesimpulan Penelitian ini menyimpulkan bahwa karakteristik sambungan las SMAW pada angkur incinerator dengan material SS304 menunjukkan variasi kekerasan yang signifikan tergantung pada lokasi dan kondisi pengelasan. Kekerasan yang lebih tinggi pada area las dapat mengindikasikan kekuatan yang lebih besar, namun perlu diperhatikan bahwa distribusi kekerasan yang tidak merata dapat mempengaruhi kualitas dan daya tahan sambungan.

Kata Kunci : pengelolaan limbah, Angkur, incinerator, Heat Affected Zone

ABSTRACT

Background: Waste is often an unresolved problem, people still like to throw rubbish carelessly in various ways and for various reasons. Waste is a material that is discarded and/or discarded from sources resulting from human or natural activities that do not have economic value. In other words, waste is leftover goods or materials that are no longer used but are still often found in various circles of society, both from the lower middle class and upper middle class, who throw rubbish out of place, this will have a negative impact because throwing rubbish carelessly can cause various environmental pollution and natural disasters such as floods, the environment becomes slum and various kinds of diseases arise and so on. Incinerators are vital tools in waste management which aim to reduce volume and destroy contaminants through burning. Anchors or anchors on incinerators have a crucial role in providing stability and structural strength to the machine. The welding process is an important aspect in making anchors, especially using the SMAW (Shielded Metal Arc Welding) method, which is known for its ability to produce strong and durable connections. SS304 stainless steel material is often chosen for its applications where it provides the necessary corrosion resistance and mechanical strength, The SMAW welding technique is applied taking

into account standard parameters such as electric current, electrode type, and welding technique. After the welding process is complete, the sample is prepared for hardness testing using the Rockwell hardness test method. The Rockwell method measures hardness by pressing an indenter into the surface of the material and determining the resulting penetration depth. The parameters measured include hardness values at various locations, including the weld area, Heat Affected Zone (HAZ) area, and parent material. Conclusion This study concludes that the characteristics of SMAW welded joints on incinerator anchors with SS304 material show significant variations in hardness depending on the location and welding conditions. Higher hardness in the weld area may indicate greater strength, but it should be noted that uneven distribution of hardness can affect the quality and durability of the joint.

Keywords: waste management, Angkur, incinerator, Heat Affected Zone

I. PENDAHULUAN

Sampah seringkali menjadi persoalan yang tak kunjung selesai, masyarakat masih gemar membuang sampah sembarangan dengan berbagai cara dan alasan. Sampah merupakan suatu bahan yang terbuang dan atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis.[1] Dalam kata lain sampah merupakan barang atau material sisa yang sudah tidak terpakai lagi namun masih banyak ditemukan dari berbagai kalangan masyarakat baik dari kalangan menengah kebawah maupun menengah keatas yang membuang sampah tidak pada tempatnya, [2,3] hal ini akan menimbulkan dampak negatif karena membuang sampah sembarangan dapat menyebabkan terjadinya berbagai pencemaran lingkungan dan bencana alam seperti banjir, lingkungan menjadi kumuh dan timbul berbagai macam penyakit dan lain sebagainya [4,5]

Sampah dapat memiliki dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Lingkungan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kesehatan. Untuk mencapai kebersihan lingkungan, diperlukan kesadaran yang tinggi dari masyarakat terkait dengan pentingnya menjaga kebersihan, kesehatan, dan pelestarian lingkungan [6,7]. Salah satu penyebab polusi lingkungan adalah pembuangan sampah secara sembarangan serta kurangnya kesadaran dalam menjaga kebersihan lingkungan. [8,9] Selain menyebabkan pencemaran lingkungan, adanya timbulan sampah ini dapat menjadi tempat berbagai organisme virus berbahaya yang dapat mengganggu aktivitas manusia, menjadi tempat bersarangnya lalat dan nyamuk, menimbulkan penyakit serta ekternalitas negatif terhadap lingkungan di sekitar. [10] Sampah dapat menjadi habitat bagi pertumbuhan bakteri, baik secara langsung maupun tidak langsung. Contoh keadaan tidak langsung termasuk ketika hewan membangun sarang di dalamnya, yang dapat menyebabkan penyakit yang tidak terduga, terutama pada tikus, nyamuk, kecoa, dan lalat. Penyakit yang sering timbul akibat pengelolaan sampah yang tidak memadai meliputi

diare, disentri, cacingan, malaria, kaki gajah, dan demam berdarah. Jenis penyakit ini tidak hanya mengancam kesehatan manusia, tetapi juga dapat berujung pada kematian[11]

Teknik pembakaran sampah dengan incinerator merupakan metode yang sangat efektif untuk diterapkan dalam mengolah limbah karena kemampuan menurunkan volume sampah secara cepat sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir(TPA). Teknologi incinerator belum digunakan secara maksimal karena alat incinerator dapat menimbulkan emisi yang dikeluarkan dari cerobong asap pada incinerator dan abu yang tidak terkontrol. [12] Selain itu juga biaya operasional yang ditimbulkan juga cukup besar, hal ini mencakup konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk menaikkan suhu melebihi dari 800C. Residu pengendalian polusi udara dikategorikan sebagai limbah berbahaya dan umumnya tidak cocok untuk pemanfaatannya karena sifat teknisnya yang buruk dan kandungan yang tinggi garam dan logam berat. Saat ini strategi pengelolaan residu pengendalian polusi udara dapat dikategorikan berdasarkan: jenis proses berikut : gasifikasi dan insenerasi Waste-to-Energy (WTE) telah memiliki peran penting dalam menangani meningkatnya produksi sampah. [13] Tujuan WTE modern telah bergeser dari “sektor pengolahan limbah” menjadi “produsen energi dan sumber daya”. Insenerasi dan gasifikasi adalah salah satu metode dalam menerapkan Waste-to-Energy yang baru dengan adanya udara sub-stoikiometri (gasifikasi) untuk menghasilkan syngas sebelum pembakaran (proses ini disebut "oksidasi dua langkah"). [14] Kedua proses menawarkan peluang untuk meminimalkan pembentukan dioksin dan untuk berintegrasi dengan perangkat pemulihan energi yang efisien tinggi (seperti, turbin gas dan mesin gas). Sejauh ini, WTE berbasis insenerasi/gasifikasi masih kurang diterapkan pada skala komersial. Berdasarkan dari hasil studi penelitian diatas, dari perspektif lingkungan WTE harus mencapai emisi yang lebih rendah, efisiensi pemulihan energi yang lebih tinggi, dan pemulihan bahan anorganik yang efisien. [15]

Insinerator adalah teknologi pengolahan sampah dengan cara pembakaran zat organik dalam material sampah. Insinerator mengkonversi materi sampah menjadi energi panas, flue gas, dan ash yang kemudian dilepaskan ke atmosfer. [16] Flue gas yang dihasilkan oleh incinerator mengandung nitrogen, karbon dioksida, dan sulfur dioksida, yang masing-masing memiliki fungsinya tersendiri apabila digunakan secara optimal. Keuntungan dari incinerator adalah teknologi ini dapat mereduksi massa padatan sampah organik sebanyak 80-85% dan volume sebanyak 95-96%

Seiring berkembangnya waktu saat ini sampah plastik menjadi salah satu faktor penyebab rusaknya lingkungan hidup di indonesia. Meningkatnya jumlah penduduk yang terus bertambah dan diikuti dengan tingkat komsumsi maupun aktivitas lainnya hal ini tidak dapat dihindari setiap harinya masih banyak orang yang menumpuk sampah dikalangan masyarakat. Setiap hari kita tak lepas dari sampah, karena kita membuang baik di rumah atau di kantor dan dimanapun kita berada, tidak heran akan menimbulkan pencemaran tanah, air dan udara. Penanganan sampah dikota hanya menimbun dan membakar langsung sampah di udara terbuka pada TPA (tempat pembuangan akhir). [17] Pembakaran ini juga tidak bisa mengurangi 100% sampah dan akan menimbulkan permasalahan yaitu produksi yang dihasilkan zat-zat polutan yang dapat mencemari lingkungan yaitu gas-gas hasil pembakaran seperti CO₂, NO₂, SO₂, dan lain-lain. [18] Pembersihanya sendiri tentunya membutuhkan proses pembakaran sampah yang nantinya menghasilkan asap hitam yang mengganggu pernapasan dan kesehatan kita. [19] Pembakaran sampah secara individual dimana timbunan sampah organik maupun anorganik disatukan dan dibakar di udara terbuka tanpa disadari polusi dari asap pembakaran tersebut dapat beresiko pada kesehatan manusia.

Proses ini dilakukan di dalam sebuah alat bernama incinerator. Salah satu kelebihan yang dikembangkan terus dalam teknologi.. Dalam mendesain, merancang, dan fabrikasi alat mesin *incinerator*, ada beberapa komponen dan material yang harus diperhitungkan kekuatan dan ketahanannya saat digunakan untuk operasional, untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil kekuatan sambungan las pada angkur baja untuk bata tahan api pada *incinerator*. [19] Angkur baja untuk bata tahan api pada *incinerator* harus sangat diperhitungkan keuatannya dalam menerima beban yang nantinya akan berpengaruh pada hasil kerja dari alat *incinerator*. Angkur baja adalah bagian penting dari sebuah kontruksi *incinerator* yang akan dibuat yang berfungsi sebagai penyangga komponen bata tahan api agar panas dari ruang bakar tidak merambat keluar bodi dari *vessel incineartor*, dimana kekuatan angkur nya dapat ditentukan dari material, bentuk, dan ukuran yang digunakan dan cara pengelasan pada bodi *vessel incinerator*. Kekuatan angkur baja pada kontruksi *incinerator* harus memenuhi aspek keamanan serta harus memperhatikan factor kekuatan angkur itu sendiri.

II. METODE PELAKSANAAN

Persiapan spesimen uji adalah langkah awal dalam penelitian ini dimana ada dua tahap dalam mempersiapkan spesimen uji yaitu pemilihan bahan material yang akan digunakan dan pembuatan kampuh las.

1. Pemilihan Material Spesimen Uji

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah baja Struktural steel 400 (SS-304) dengan ketebalan 4 mm.

2. Pemilihan Elektroda Las dan Variasi Arus Pengelasan

Elektroda yang digunakan untuk penelitian ini adalah elektroda E6010 dengan diameter 2,0 mm, dimana untuk variasi besar arus dalam pengelasan adalah 60 amper, 70 amper dan 80 amper. Jenis kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul alur V.

A. Jumlah Spesimen

Jumlah spesimen dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan dengan variasi arus 60, 70 dan 80 amper. Jumlah spesimen dalam penelitian ini untuk setiap variable yang berbeda dibuat 3 spesimen di kalikan jumlah variable, maka dibuat spesimen dengan jumlah total 9 buah.

B. Alat Uji Kekerasan

Alat ini digunakan untuk mengetahui kekuatan tingkat kekerasan sambungan las lembaran logam 60, 70 dan 80 amper dimana uji kekerasan ini dilakukan pada titik daerah HAZ dan daerah logam las dan sampel logam induk dengan menggunakan alat hardness tester Equotip, pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang, seperti terlihat pada gambar 1. berikut ini:



Gambar 1. Mesin Pengujian Kekerasan

C. Analisa Penelitian

Setelah data didapatkan, langkah selanjutnya adalah menganalisis data dengan mengolah data yang terkumpul. Data hasil pengujian dimasukan kedalam persamaan yang sedemikian rupa sehingga diperoleh informasi kuantitatif, yaitu data berupa angka. Teknik analisis data pengaruh arus las terhadap kuat Tarik sambungan las SMAW dengan elektroda E6010 merupakan perbandingan persentase dan rata-rata data dimana mengalami perbedaan arus las. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan sebagai berikut :

1. Langkah 1 : Persiapan sampel untuk sambungan las berikutnya pemprosesan las pada variasi arus 60, 70 dan 80 amper.
2. Langkah 2 : Menguji hasil las dengan uji Tarik.
3. Langkah 3 : Mengolah informasi hasil tes berupa table dan diagram atau grafik untuk memudahkan analisis dan penarikan kesimpulan. Langkah 3 diatas menyederhanakan proses penelitian dan lebih sistematis.

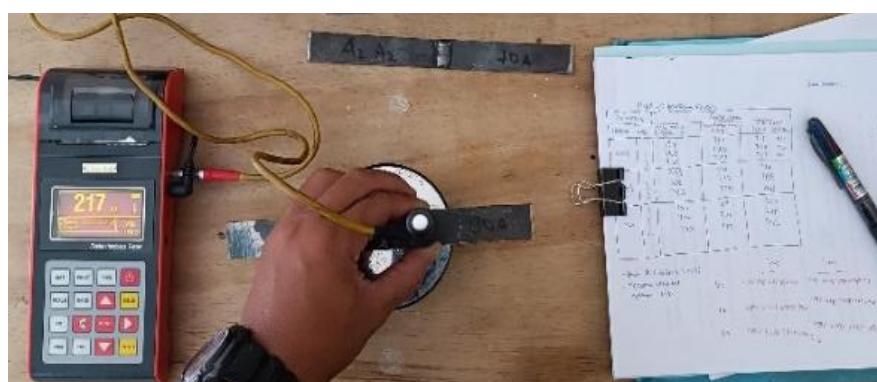
D. Jumlah Spesimen

Jumlah spesimen dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan dengan variasi arus 60, 70 dan 80 amper. Jumlah spesimen dalam penelitian ini untuk setiap variable yang berbeda dibuat 3 spesimen di kalikan jumlah variable, maka dibuat spesimen dengan jumlah total 9 buah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

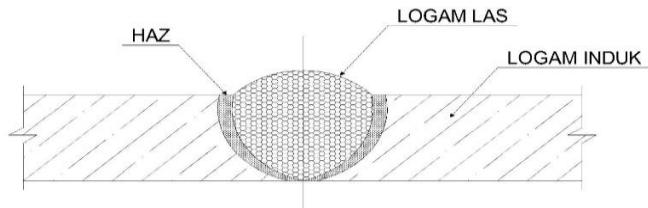
A. Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut adalah dokumentasi untuk Pengujian Kekerasan dengan alat Hardness Tester Equotip terlihat pada gambar 2. berikut :



Gambar 2. Pengujian Kekerasan Dengan Alat Hardness Tester Equotip

Pengujian kekerasan pada smesimen ini menggunakan alat uji kekerasan equotip, yang mana dalam pengujian ini dilakukan 5 kali uji di area yang berbeda sekitar area HAZ (Heat Affected Zone) dan area logam las seperti terlihat pada gambar 3. berikut :



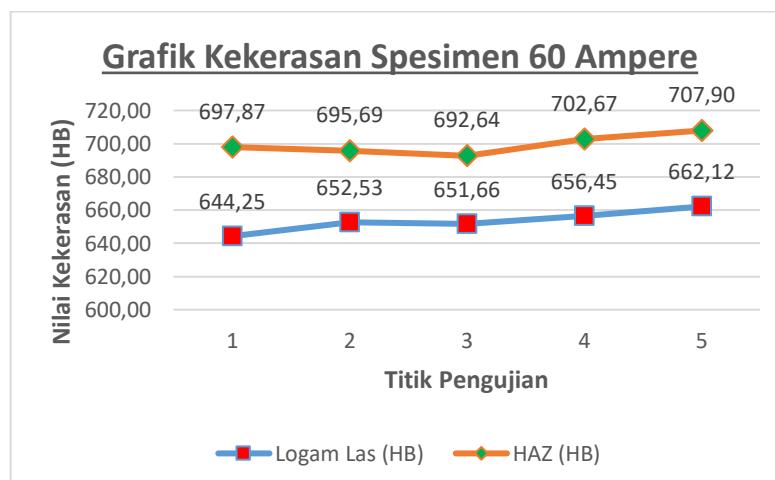
Gambar 3. Titik pengujian kekerasan daerah logam las dan HAZ

Dengan variasi arus 60 A, 70 A dan 80 A, yang dimana masing-masing diambil 3 spesimen. Hasil data (HL) yang kemudian dikonversikan ke data (HB). Hal ini bertujuan agar mengetahui hasil data yang benar-benar sempurna dari uji kekerasan brinell. Berikut adalah tabel hasil pengujian kekerasan untuk spesimen 60 A, 70 A dan 80 A pada tabel 1, 2 dan 3

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pengelasan 60 A

Titik	Logam Las (HL)	HAZ (HL)	Logam Las (HB)	HAZ (HB)
1	298	421	644,25	697,87
2	317	416	652,53	695,69
3	315	409	651,66	692,64
4	326	432	656,45	702,67
5	339	444	662,12	707,90

Pada tabel 1. dapat dilihat hasil untuk pengujian kekerasan untuk spesimen dengan pengelasan 60 A dengan jumlah titik pengujian sebanyak 5 titik pada daerah logam las dan pada daerah Haz dalam satuan (HL) dan dikonversikan kedalam satuan (HB).



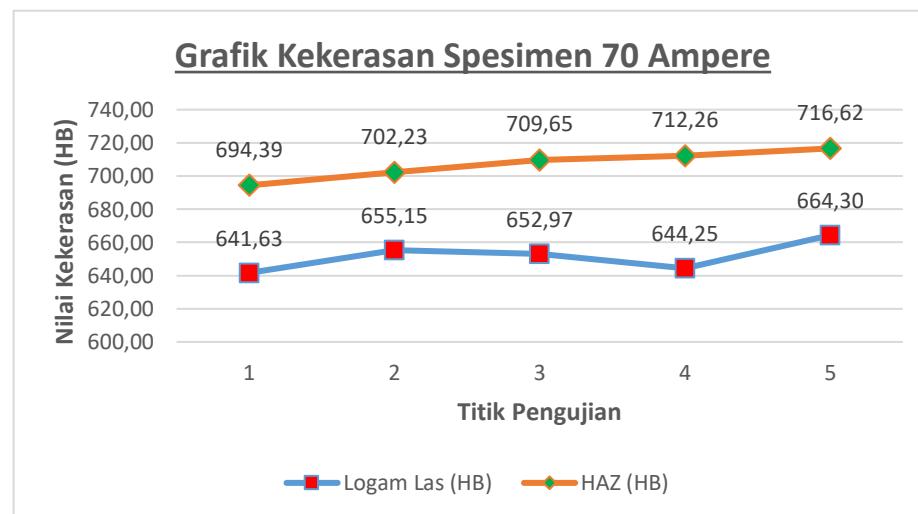
Gambar 2 Grafik Hasil Uji Kekerasan Untuk Variasi 60 Ampere

Pada gambar 2. dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada area logam las berada dibawah nilai kekerasan area HAZ untuk spesimen dengan pengelasan 60A, jika dirata-ratakan nilai kekerasan pada daerah logam las yaitu 653,40 (HB) dan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ yaitu 699,36 (HB), Kekerasan yang ideal adalah kekerasan yang seragam, dengan nilai yang cukup tinggi di daerah las untuk memastikan kekuatan, tetapi tidak terlalu tinggi sehingga menjadi rapuh. Pengujian kekerasan ini juga membantu untuk memprediksi bagaimana sambungan las akan bertahan dalam kondisi operasional incinerator yang melibatkan suhu tinggi dan beban berat.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pengelasan 70 A

Titik	Logam Las (HL)	HAZ (HL)	Logam Las (HB)	HAZ (HB)
1	292	413	641,63	694,39
2	323	431	655,15	702,23
3	318	448	652,97	709,65
4	298	454	644,25	712,26
5	344	464	664,30	716,62

Pada tabel 2. dapat dilihat hasil untuk pengujian kekerasan untuk spesimen dengan pengelasan 70 A dengan jumlah titik pengujian sebanyak 5 titik pada daerah logam las dan pada daerah Haz dalam satuan (HL) dan dikonversikan kedalam satuan (HB).



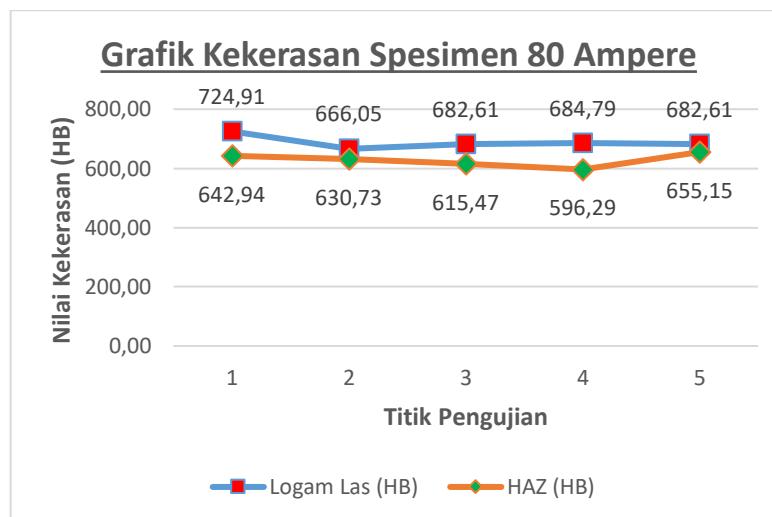
Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kekerasan Untuk Variasi 70 Ampere

Pada gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada area logam las berada dibawah nilai kekerasan area HAZ untuk spesimen dengan pengelasan 70A, jika dirata-ratakan nilai kekerasan pada daerah logam las yaitu 651,66 (HB) dan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ yaitu 707,03 (HB).

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pengelasan 80 A

Titik	Logam Las (HL)	HAZ (HL)	Logam Las (HB)	HAZ (HB)
1	483	295	724,91	642,94
2	348	267	666,05	630,73
3	386	232	682,61	615,47
4	391	188	684,79	596,29
5	386	323	682,61	655,15

Pada tabel 3. dapat dilihat hasil untuk pengujian kekerasan untuk spesimen dengan pengelasan 80 A dengan jumlah titik pengujian sebanyak 5 titik pada daerah logam las dan pada daerah Haz dalam satuan (HL) dan dikonversikan kedalam satuan (HB), Pendinginan Cepat dan Selama proses pengelasan, daerah las mengalami pendinginan yang cepat setelah meleleh. Pendinginan cepat ini menyebabkan pembentukan struktur mikro yang lebih halus dan lebih keras, seperti martensit, dalam beberapa kasus. Pengerasan pada Lasan Kombinasi antara pemanasan intensif dan pendinginan cepat dapat meningkatkan kekerasan pada sambungan las. Struktur mikro yang terbentuk lebih padat dan memiliki daya tahan tinggi terhadap deformasi.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Kekerasan Untuk Variasi 80 Ampere

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada area logam las berada diatas nilai kekerasan area HAZ untuk spesimen dengan pengelasan 80A, jika dirata-ratakan nilai kekerasan pada daerah logam las yaitu 688,19 (HB) dan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ yaitu 628,11 (HB).

IV.KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik sambungan las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) pada angkur incinerator dengan pengujian kekerasan (hardness), dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian kekerasan pada area las menunjukkan peningkatan kekerasan yang signifikan dibandingkan dengan material dasar. Ini menunjukkan bahwa proses pengelasan SMAW memberikan efek pengerasan pada material, khususnya pada daerah HAZ (Heat Affected Zone), rata nilai kekerasan tertinggi pada area logam las terletak pada spesimen dengan pengelasan 80A dengan hasil 688,19(HB), untuk rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada area HAZ terletak pada spesimen dengan pengelasan 70A dengan hasil 707,03(HB).
2. Terdapat variasi kekerasan di berbagai titik pengujian, terutama di antara daerah las, HAZ, dan material dasar. Daerah las cenderung memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan HAZ dan material dasar. Ini mengindikasikan adanya perbedaan struktur mikro akibat pengaruh panas selama proses pengelasan, nilai kekerasan area HAZ untuk spesimen dengan pengelasan 80A, jika dirata-ratakan nilai kekerasan pada daerah logam las yaitu 688,19 (HB) dan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ yaitu 628,11 (HB).
3. Kualitas sambungan las dipengaruhi oleh parameter pengelasan seperti arus dan tegangan las. Dengan parameter yang tepat, sambungan las dapat mencapai kekerasan yang diinginkan, yang berperan penting dalam meningkatkan kekuatan struktur angkur incinerator
4. Material SS304 yang digunakan sebagai bahan dasar menunjukkan kemampuan yang baik dalam menerima proses pengelasan tanpa mengalami cacat signifikan, sehingga material ini sesuai untuk aplikasi pada komponen incinerator, dibawah nilai kekerasan area HAZ untuk spesimen dengan pengelasan 70A, jika dirata-ratakan nilai kekerasan pada daerah logam las yaitu 651,66 (HB) dan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ yaitu 707,03 (HB).

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik sambungan las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) pada angkur incinerator dengan pengujian kekerasan (hardness), memiliki saran berikut

1. Untuk mendapatkan sambungan las yang optimal, perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengaruh variasi parameter pengelasan, seperti arus, tegangan, dan kecepatan las terhadap kekuatan sambungan. Pengujian tambahan dapat membantu menemukan kombinasi parameter yang memberikan hasil kekerasan terbaik.
2. Selain pengujian kekerasan, disarankan untuk melakukan pengujian lain seperti uji tarik (tensile test) dan uji impak untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik mekanik sambungan las.
3. Sebagai perbandingan, disarankan untuk melakukan penelitian serupa pada material lain yang digunakan pada incinerator untuk mengetahui pengaruh material terhadap karakteristik sambungan las.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan membandingkan hasil pengelasan menggunakan teknik lain seperti TIG (Tungsten Inert Gas) atau MIG (Metal Inert Gas), guna menentukan metode pengelasan yang lebih baik dalam aplikasi incinerator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya Ucapkan Kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, rekan -rekan dosen dan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik scara moral ataupun material

DAFTAR PUSTAKA

1. Amanda, Dandi Putra, and Fahmy Riyadin. "Analisis Hasil Sambungan Las SMAW Pada Material Base Plate Dengan Variasi Jarak Kampuh Las dan Arus." *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 2.7 (2024).
2. Fahlan, Faisal Ibin. Perancangan Sistem Monitoring Deformasi Baterai Lithium-Ion 18650 Pada Kendaraan Listrik Berbasis Internet Of Things (Iot). Diss. Universitas Negeri Jakarta, 2024.
3. Gunawan, Yuspiyan, Nanang Endriatno, and Bayu Hari Anggara. 2017. "Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi." *Enthalpy-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin* 2(1): 1–12.
4. Henri. 2018. "Pengujian Kekerasan." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (c): 7–46.
5. Izzaty, Rita Eka, Budi Astuti, and Nur Cholimah. 2019. "Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertikal Horizontal Down Hard Pada Plate Baja Jis 3131 SPHC Dan Staunless Steel 201 Dengan Aplikasi Penyangga Piles Transfer Di Mesin Thermoforming (Stacking Unit)." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.: 5–24.
6. Jasman, Syahrul, Darmawi, and Risno Fendri. 2018. "Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Aisi 4140 Akibat Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas

- Tempering." *Jurnal Research Gate* 3(October): 37–47.
- 7. Kahfi, Ashabul. 2017. 4 Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah Ashabul Kahfi Jurisprudentie, *Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah*. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/08/indonesia-penghasil-sampah-plastik->
 - 8. Purnama, Andika. 2020. "Pengelasan Model SMAW Dan GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Material Baja ST 37." *Pengelasan Model SMAW dan GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Material Baja ST 37* 2: 17.
 - 9. Pertiwi, Sri Subekti, and Ari Sukraningrum. "Studi Komparasi terhadap Disain Struktur Rangka Atap Baja dengan Pemodelan sebagai Rangka Batang dan Portal." (1998).
 - 10. Puryantoro, Dycka Anugerah Susilo, Adi Wirawan Husodo, and Moch Luqman Ashari. "Perencanaan Penyangga Pipa Struktur Baja Pada Sistem Perpipaan Lpg Terminal Plan Development Project." *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application*. Vol. 5. No. 1. 2020.
 - 11. Priyono, Dwi. *Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Pada Bagian Pengelasan Proyek Relokasi Jalan Arteri Raya Porong-Siring I Paket 3*. Diss. Universitas Airlangga, 2010.
 - 12. Rahman, Asep, and Hilman Sholih. "Pengendalian Kualitas Proses Fabrikasi Sand Filter." *Teknoscains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika* 8.2 (2021): 86-99.
 - 13. Rivandi Muhammad S, Ekki Kurniawan, Porman Pangaribuan. 2018. "C. Hasil Pengujian Dan Analisis Pada Pengisian Baterai Aki 6v 4,5Ah Menunjukan Bahwa Proses Charging Dimulai Pada Selisih Suhu 130." 5(2): 1854–62.
 - 14. Susastrio, Hardito, Denis Ginting, Enda Wista Sinuraya, and Gregorius Mariyanto Pasaribu. 2020. "Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan." 1(1): 28–34.
 - 15. Syahrani, Awal, Naharuddin, and Muhammad Nur. 2018. "Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Smaw Stainless Steel 312 Dengan Variasi Arus Listrik." *Jurnal Mekanikal* 9(1): 814–22. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnalindex.php/Mekanikal/article/download/104668247>.
 - 16. Tarkono, Gabe Partinanda Siahaan, and Zulhanif. 2012. "Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las Yang Berbeda Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI 1045." *Jurnal Mechanical* 3(2): 51–62.
 - 17. Wisma, Soedarmadji. 2020. "Pengaruh Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Pada Mild Steel S45C Di Daerah HAZ Dengan Pengujian Metalografi." *Mechanical and Manufacture Technology* 1(1): 12–17.
 - 18. Wildan, Nugraha Alfanda. *Perencanaan Detail dan Analisis Staging Jembatan Mahakam Menggunakan Struktur Busur Rangka dengan Lantai Kendaraan di Tengah*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
 - 19. Yassyir Maulana. 2016. "Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw." *Jurnal Teknik Mesin UNISKA* 2(1): 1–8.