

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW PADA DINDING LUAR RUANG BAKAR INCENERATOR

STRENGTH ANALYSIS OF SMAW WELDING JOINTS ON THE OUTER WALLS OF THE INCENERATOR FUEL CHAMBER

¹Fajar Haetommy, ²Nur Rohmat, ³Adria Wicaksono, ⁴Arif, ⁵Bayu Eko Cahyono

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Tangerang Selatan

Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

email : fajarhaetommy030297@gmail.com

email : dosen10017@unpam.ac.id

ABSTRAK

Sampah adalah salah satu permasalahan perkotaan merupakan tantangan bagi pengelola kota. Pengaturan dan pengelolaan sampah saat ini pada dasarnya hanya terpaku kepada teknis saja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air paling optimal yang bisa dibakar pada incenerator, mengetahui temperatur yang dihasilkan dari proses pembakaran dan jumlah sampah yang bisa direduksi selama proses pembakaran. Dari hasil penelitian ini dengan material baja karbon rendah SS400 digunakan sebagai bahan untuk dinding luar ruang bakar incinerator yang dimana dalam penyambungannya menggunakan las SMAW polaritas terbalik menggunakan elektroda E6013 diameter 2,0 mm dengan variasi arus 60 A, 70 A dan 80 A. Hasil pengujian menunjukkan nilai impact (j/mm²) spesimen ter-ulet dari hasil grafik menunjukkan ampere 90A (2,326 j/mm²) dan nilai spesimen ter-getas menunjukkan ampere 70A (1,570 j/mm²) dari hasil data diatas hasil las pada dinding luar ruang bakar incinerator menggunakan material baja ss400 dengan 90A (2,326 j/mm²) agar kekuatan las yang lebih baik. Dari hasil pengujian tersebut bisa di simpulkan bahwa terjadi penurunan kekuatan kekerasan dari variasi kuat arus 80A ke kuat arus 90A. Sesuai dengan penelitian yang di kemukakan oleh, bahwa kuat arus yang cocok untuk pengelasan baja SS400 adalah 65, 75, dan 85A. Selain itu, hal tersebut terjadi karena saat proses pembentukan struktur mikro pada proses pengelasan memberikan dampak yang besar terhadap penurunan nilai kekerasan.

Kata Kunci : Incenerator, Pengelasan SMAW, Kekuatan Impact, Uji Kekerasan.

ABSTRACT

Waste is one of the urban problems which is a challenge for city managers. Current waste regulation and management is basically only focused on technical matters. The aim of this research is to determine the most optimal value of water content that can be burned in the incinerator, determine the temperature produced by the combustion process and the amount of waste that can be reduced during the combustion process. From the results of this research, SS400 low carbon steel material is used as material for the outer walls of the incinerator combustion chamber, where the connection uses reverse polarity SMAW welding using E6013 electrodes with a diameter of 2.0 mm with varying currents of 60 A, 70 A and 80 A. Test results shows the impact value (j/mm²) of the most ductile specimen from the graphic results showing an ampere of 90A (2,326 j/mm²) and the value of the brittle specimen shows an ampere of 70A (1,570 j/mm²) from the data above the results of the weld on the outer wall of the combustion chamber The incinerator uses SS400 steel material with 90A (2,326 J/mm²) for better weld strength. From the test results, it can be concluded that there is a decrease in the strength of the violence from varying the current strength of 80A to the current strength of 90A. In accordance with research put forward by, the suitable current strength for welding SS400 steel is 65, 75, and 85A. Apart from that, this happens because the process of forming microstructures during the welding process has a big impact on reducing the hardness value.

Keywords : Incinerator, SMAW Welding, Impact Strength, Hardness Test.

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan perkotaan yang sampai saat ini merupakan tantangan bagi pengelola kota. Dari permasalahan yang timbul kita dapat meminimalisir timbulnya permasalahan. Salah satu metoda alternatif penanganan pengelolaan sampah dengan skala kecil dapat diterapkan di rumah tangga dengan pola pembakaran berteknologi (*Incenerator Sederhana*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air paling optimal yang bisa dibakar pada incenerator, mengetahui temperatur yang dihasilkan dari proses pembakaran dan jumlah sampah yang bisa direduksi selama proses pembakaran, (Agri Suwandi, 2017).

Setiap proses pengelasan pasti berhubungan dengan arus pengelasan yang berfungsi untuk mendapatkan hasil sambungan yang baik atau lolos pengujian sesuai standart atau code yang dianut (Jalil et al., 2017). Karena didalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa, perencanaan tentang cara-cara pengelasan, cara-cara pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan. Mutu dari pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah las busur listrik. Hal ini sangat erat hubungannya dengan arus listrik, ketangguhan, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas. (Gunawan et al., 2017).

Elektroda yang digunakan pada pengelasan *SMAW* mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. kuat arus dan komposisi kimia ini dapat mempengaruhi sifat mekanik pada sambungan material hasil pengelasan yang berdampak pada kekuatan dan ketangguhan sambungan pengelasan. Pemilihan elektroda yang tepat akan menghasilkan hasil pengelasan yang baik dan sempurna oleh karena itu pemilihan jenis elektroda sangat penting sebelum melakukan proses pengelasan, (Wahyudi, 2019).

Incinerator adalah tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat, yang mengkonversi materi padat (*sampah*) menjadi materi gas, dan abu, (*bottom ash dan fly ash*). Untuk merancang alat pembakar sampah diperlukan beberapa pertimbangan untuk diperhatikan, yaitu jumlah udara pembakaran, sisa hasil pembakaran dan desain

incinerator. Alat pembakaran sampah terdapat dua jenis berdasarkan metode pembakaran yang berlangsung pada alat tersebut, yaitu alat pembakar sampah tipe kontinyu dan tipe batch. Pada alat pembakar sampah tipe kontinyu, sampah dimasukkan secara terus-menerus dengan debit tetap, sedangkan pada alat pembakaran sampah tipe batch, sampah dimasukkan sampai mencapai batas maksimum kemudian dibakar bersamaan (Rivandi dan Ekki Kurniawan, 2018).

Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan, diameter inti elektroda dan posisi pengelasan. panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan menghasilkan manik melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam serta penguatan matrik las tinggi. (Syahrani dan Sam, n.d 2017). SMAW adalah suatu proses pengelasan busur listrik yang mana penggabungan atau perpaduan pengelasan logam yang dihasilkan oleh panas dari busur listrik yang dikeluarkan diantara ujung elektroda terbungkus dan permukaan logam dasar yang dilas. Hampir setiap proses penyambungan dan perbaikan logam menggunakan pengelasan busur SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) ini dalam produksinya. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda, mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai oksidasi, (Mizhar dan Pandiangan, 2014).

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput selulosa yang dapat dipakai untuk pengelesan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pekerjaan dengan pengujian Radiografi. Selaput selulosa dengan kebasahan 5% pada waktu pengelasan akan menghasilkan gas pelindung. E 6011 mengandung Kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC, (Priambodo et al., 2016). Pengujian impak merupakan salah satu uji mekanik yang dapat dipakai untuk menganalisis karakteristik bahan seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu. Material yang ulet akan menunjukan harga impak yang besar dengan menyerap energi

potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tentu akan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk. (Tito Endramawan, 2013)

Pengujian kekerasan (*hardness test*) adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu material terhadap deformasi pada daerah lokal atau permukaan material, khusus untuk logam deformasi yang di maksud adalah deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri adalah suatu keadaan dari material yang ketika diberikan gaya maka struktur mikronya tidak akan kembali ke bentuk semula. Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain: Uji kekerasan Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, dan lain sebagainya. Vickers, bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramida Nilai keras mikro Vickers adalah hasil bagi antara beban tekan statis maksimum dengan luas bidang penetrator, (M Mudrikunni, 2023)

II. METODE PELAKSANAAN

Pada bagian ini membahas tentang bagaimana tahapan – tahapan penelitian pengambilan data dilakukan, diagram alir, lokasi penelitian, waktu pelaksanaan, alat dan bahan, Pengelasan SMAW (dinding luar rung bakar incinerator) kapasitas 0,5mm dengan material structural steel 400 (SS400)

1. Studi Literatur, yaitu pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan pengelasan SMAW dan dinding luar ruang bakar incinerator
2. Persiapan Alat dan Bahan, yaitu persiapan spesimen mengenai bahan dan material yang diperlukan dalam penelitian ini
3. Pembuatan Spesimen Sesuai Dengan Desain Dinding luar ruang bakar incinerator, yaitu membentuk bahan dasar untuk spesimen mulai dari plat bodi incinerator dan Dinding luar ruang bakar incinerator sesuai desain yang telah dibuat untuk di uji
4. Pengelasan Spesimen Dengan Pengelasan SMAW, yaitu melakukan langkah-langkah pada proses pengelasan, diantaranya:
 - Persiapan mesin las SMAW
 - Persiapan benda kerja yang akan di las pada meja kerja las
 - Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan di bawah tangan

- Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, dengan sudut 60° dan lebar celah 1 mm
 - Mempersiapkan elektroda sesuai dengan arus dalam penelitian ini dipilih elektroda jenis High titania AWS A5.1 E6013 Diameter yang digunakan 2,0mm
 - Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda, mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan samapai menyala. Ampere meter diatur pada angka 80,90 dan 100 ampere, selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk specimen.
5. Proses pengujian hasil pengelasan dan variasi elektroda
 6. Pengujian kekerasan menyiapkan peralatan mesin uji kekerasan , menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian, meletakkan benda uji pada baseplate.
 7. Pengujian uji impak yaitu menyiapkan peralatan mesin uji impak, menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian, meletakkan benda uji pada baseplate
 8. Analisa dan Pembahasan yaitu usaha dalam mengamati sesuatu secara mendetail dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau menyusun komponen tersebut untuk dikaji secara lanjut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Impack

Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 1,2 dan 3 , menyatakan tahap awal proses pembuatan specimen uji,dari bahan baja ss400 dilakukan pemotongan dengan ukuran p : 55mm l : 10mm t : 10mm, setelah pemotongan dilakukan pembentukan kumpuh 'v' 70%.

Gambar 4



Gambar 5



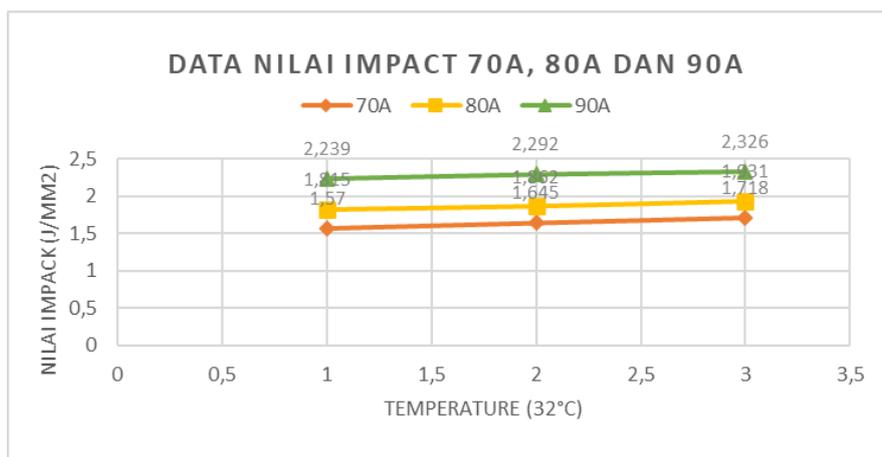
Gambar 6



Sedangkan pada gambar 5,6 dan 7 menunjukkan proses pengelasan SMAW dengan variasi ampere 70A,80A dan 90A,Setelah itu dilakukan pembentukkan sesuai dengan standar, kemudian specimen dilakukan pengujian, gambar 7 dan gambar 8

Data Spesimen	Variasi Ampere	Berat Pendulum (Kg)	Berat Pendulum (N)	Jarak Lengan Ayun (M)	Jarak Lengan Ayun (mm)	Sudut posisi Awal Cos (α)	Sudut posisi Akhir Cos (β)	Nilai Luas Penampang A (mm ²)	Nilai Impact W (Joule)	Nilai Impact K (J/mm ²)	Nilai Impact (%loses)
1	70 Ampere	16,39	160,76	750	0,75	140°	70°	80	125,615	1,57	6,37
		16,39	160,76	750	0,75	140°	67°	80	131,636	1,645	5,96
		16,39	160,76	750	0,75	140°	64°	80	137,55	1,718	5,62
2	80 Ampere	16,39	160,76	750	0,75	140°	60°	80	145,239	1,815	5,11
		16,39	160,76	750	0,75	140°	58°	80	148,99	1,862	4,89
		16,39	160,76	750	0,75	140°	55°	80	154,484	1,931	4,57
3	90 Ampere	16,39	160,76	750	0,75	140°	40°	80	179,121	2,239	3,14
		16,39	160,76	750	0,75	140°	37°	80	183,386	2,292	2,86
		16,39	160,76	750	0,75	140°	35°	80	186,092	2,326	2,72
Rata-Rata									154,6792	1,9331111	4,5822222

Gambar 7. Hasil Data Energi Impact Baja SS400 Variasi Ampere



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Impact Variasi Ampar

Kapasitas energi impak dari alat ini adalah sebesar 300 J, dapat digunakan untuk menguji material yang memiliki energi impak dibawah 300 J. Tingkat loses nya adalah sebesar 4°, dengan persentase losesnya adalah sebesar 6,37%.Dari data grafik hasil pengujian diatas menunjukkan nilai impact (j/mm2) spesimen ter-ulet dari hasil grafik

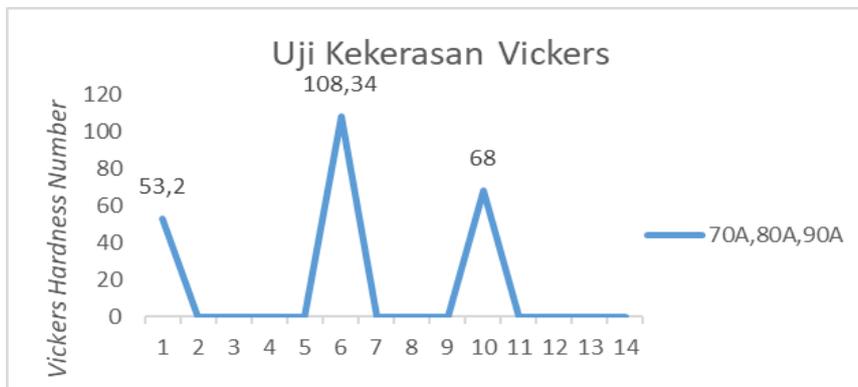
menunjukkan ampere 90A (2,326 j/mm²) dan nilai spesimen ter-getas menunjukkan ampere 70A (1,570 j/mm²) dari hasil data diatas hasil las pada dinding luar ruang bakar incinerator menggunakan material baja ss400 dengan 90A (2,326 j/mm²) agar kekuatan las yang lebih baik .

B. Hasil Pengujian Kekeasan

Hasil pengujian kekerasan dapat di lihat pada gambar 9 dan Gambar 10 berikut

NO	JENIS MATERIAL	d1(μm)	d2(μm)	d(μm)	D(mm)	P(kg)	VHN
1	Baja SS-400 Dengan Pengelasan SMAW 70 Ampere	88	88	132	0,132	0,5	53.20
2	Baja SS-400 Dengan Pengelasan SMAW 80 Ampere	64	57	92,5	0,0925	0,5	108,34
3	Baja SS-400 Dengan Pengelasan SMAW 90 Ampere	75,5	82,5	116,8	0,11675	0,5	68.00

Gambar 9. Hasil Data Mikro Vickers Baja ss400 Variasi Ampere



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Variasi Ampere

Berdasarkan pengujian kekuatan kekerasan pada variasi kuat arus 70 Ampere dihasilkan 53,20 kg/mm². Sedangkan untuk kekuatan kekerasan pada variasi kuat arus 80 Ampere dengan perhitungan yang sama, mengalami peningkatan sebesar 108,34 kg/mm². Untuk pengujian kekuatan kekerasan pada variasi kuat arus 90 Ampere mengalami penurunan sebesar 68,00 kg/mm². Dari hasil pengujian tersebut bisa di simpulkan bahwa terjadi penurunan kekuatan kekerasan dari variasi kuat arus 80A ke kuat arus 90A. Sesuai dengan penelitian yang di kemukakan oleh, bahwa kuat arus yang

cocok untuk pengelasan baja SS400 adalah 65, 75, dan 85A. Selain itu, hal tersebut terjadi karena saat proses pembentukan struktur mikro pada proses pengelasan memberikan dampak yang besar terhadap penurunan nilai kekerasan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- Pada kesimpulan ini perbedaan pengaruh heat input dengan variasi ampere 70A, 80A dan 90A pada sambungan las baja SS400 (structural steel 400) pada dinding luar ruang bakar incinerator yang dilakukan pengelasan SMAW(Shielded Metal Arc Welding) melalui 2 pengujian, yaitu Impact Test dan Hardness Test
- Hasil pengujian menunjukkan nilai impact (j/mm²) spesimen ter-ulet dari hasil grafik menunjukkan ampere 90A (2,326 j/mm²) dan nilai spesimen ter-getas menunjukkan ampere 70A (1,570 j/mm²) dari hasil data diatas hasil las pada dinding luar ruang bakar incinerator menggunakan material baja ss400 dengan 90A (2,326 j/mm²) agar kekuatan las yang lebih baik .
- Dari hasil pengujian tersebut bisa di simpulkan bahwa terjadi penurunan kekuatan kekerasan dari variasi kuat arus 80A ke kuat arus 90A. Sesuai dengan penelitian yang di kemukakan oleh, bahwa kuat arus yang cocok untuk pengelasan baja SS400 adalah 65, 75, dan 85A. Selain itu, hal tersebut terjadi karena saat proses pembentukan struktur mikro pada proses pengelasan memberikan dampak yang besar terhadap penurunan nilai kekerasan.

B. Saran

penelitian tentang pengelasan ini adalah penyusun menyarankan kepada kalangan akademis dan praktisi atas teoritis bahwa :

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi kekuatan arus, jenis elektoda yang berbeda dan alat uji yang lainnya supaya diperoleh analisa yang lebih lengkap.
- Perlu dilakukan penambahan pengujian kekerasan Brinell, Rockwell, Knoop, dan lain sebagainya agar mendapatkan analisa kekuatan material yang lebih spesifik.
- Tes tambahan seperti uji tekukan dan mikrostruktur harus dilakukan untuk membuat hasil pengujian berikut lengkap dan sempurna.

TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prodi teknik mesin universitas Pamulang yang di mana telah memberikan apresiasi yang diberikan oleh penulis kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk support dana, perizinan, konsultan, maupun membantu dalam pengambilan data serta rekan – rekan mahasiswa teknik mesin

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Mokhtar¹, Andinusa Rahmandika², Murjito³, Moh. J. (2020). Elektroda jenis. Teknologi Pengelasan Untuk Peningkatan Sumber Daya Manusia Karang Taruna Tlogomas.
- Suryadi Ramadhan¹, Syukran², Nawawi Juhan² (2014) Analisis Baba SS400 hasil Pengelasan SMAW Dengan varias Kuat Arus Terhadap Nilai Kekerasan. (n.d.). Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jln. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata
- Andina, E. (2019). The Analysis of Waste Sorting Behavior in Surabaya. *Jurnal Aspirasi*, 10(2), 119–138. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v10i2.1424>
- Dipangga, B. A., & Tjahjanti, P. H. (2021). Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 1 st. In *Procedia of Engineering and Life Science* (Vol. 1, Issue 1).
- Feby Kumayasari Kementerian Perindustrian Baristand Industri Surabaya Surabaya, M., & Indro Sultoni Kementerian Perindustrian, A. (2017b). Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Micro Vickers Comparison Study Of Hardness Testing By Using Rockwell Superficial VS Microvickers (Vol. 2, Issue 2).
- Isna Saputra, L., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). *Jurnal Teknik Perkapalan Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Akibat dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 215. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Jalil, S. A., Husna, A., & Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl Banda Aceh-Medan Km, J. (2017). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Pada Proses Pengelasan SMAW (Vol. 15, Issue 2).
- Jatnika, D., & Kesuma, N. (2021). Analisis Kekuatan Sambungan Las Pada Komponen Lifting Lug Panser. *ISU Teknologi STT Mandala VOL.16 NO.2*
- Karya Pranajaya, W. W. A. S. B. B. U. (2019). *Jurnal Teknik Perkapalan Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG (Tungsten Inert Gas) Pada Aluminium 6061*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 286. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- M Mudrikunni'am¹, X. S. , F. H. (2023). Analisis Baja SS400 Hasil Pengelasan SMAW Dengan Variasi Kuat Arus Terhadap Nilai Kekerasan.
- Made, D., & Muku, K. (2014). Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG). In *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM* (Vol. 3, Issue 1).

- Mizhar, S., & Pandiangan, I. H. (2014). Pengaruh Masukan Panas Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Ketangguhan Pada Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) Dari Pipa Baja Diameter 2,5 Inchi. *Jurnal Dinamis*, II(14).
- Priambodo, B., Raharjo, A., & Lesmanah, U. (2016). Analisa Pengaruh Penggunaan Elektroda RB 2.6 Dan RB 3.2 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Pengelasan.
- Ramadhan, S., & Juhan, N. (2021). Analisis Pengaruh Proses Normalizing Pada Sambungan Las SMAW Baja Plat SS-400 Terhadap Nilai Impact Dan Hardness. Suryadi Ramadhan¹, Syukran², Nawawi Juhan² 1Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur 2Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jln. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata.
- Rivandi Muhammad S, Ekki Kurniawan, P. P. (2018). C. Hasil pengujian dan analisis pada pengisian baterai aki 6v 4,5Ah menunjukkan bahwa proses charging dimulai pada selisih suhu 130. *5(2)*, 1854–1862.
- Sulaeman, M., Budiman, H., & Koswara, E. (2018). Kimia Pada Cangkul Di Balai Besar Logam Dan Mesin (BBLM) Bandung. In 103 *Majalengka Telp./Fax (Issue 0233)*.
- Susastrio, H., Ginting, D., Sinuraya, E. W., & Pasaribu, G. M. (2020). Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(1), 26–31. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.8137>
- Syahrani, A., & Sam, A. (2017). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490.
- Wahyudi, R. (2019). Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght. In *Journal of Welding Technology (Vol. 1, Issue 2)*.