

Tinjauan Daya Uji Tarik Dan Kekerasan Reaksi Pengelasan Baja Karbon Tinggi (Aisi 1070) Pada Las Tig (Tungsten Inert Gas) Dengan Variasi Arus 120,130,140 Ampere

M. Ikhsan

¹Program Studi Teknik Elektro, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

ikhsan12345@gmail.com

Abstrak

Gas Welding Tungsten Arc Welding (GTAW) atau lebih dikenal dengan TIG Tungsten Inert Gas adalah salah satu jenis las listrik feeded (Filler) dengan gas pelindung Argon. Untuk menghasilkan busur listrik, anelektroda tidak terpakai yang terbuat dari logam Tungsten atau paduannya yang memiliki titik leleh yang sangat tinggi digunakan Baja karbon tinggi adalah paduan baja karbon yang mengandung 0,6% C-1,5% C dan merupakan material yang dapat diberi perlakuan panas dan dapat digunakan untuk proses pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekerasan, hasil pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) pada karbon tinggi baja menggunakan variasi arus 120 A, 130 A dan 140 A. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diketahui kekuatan tarik tertinggi berada pada 140 A dengan nilai 823,62 kgf. Sedangkan nilai terendah berada pada arus 120 A dengan nilai 718,38 kgf. Paling atas nilai kekerasan berada pada arus 130 A dengan nilai di sebelah kiri HAZ 60,0 HRC, untuk yang terendah nilai kekerasan berada pada arus 120 A dengan nilai 45,2 HRC. Secara keseluruhan, semakin tinggi arus kekuatan, semakin tinggi Input Panas, semakin cepat peleburan las dan akan terjadi perubahan sifat mekanik baja karbon tinggi yang membuat nilai kekuatan rendah dan lunak.

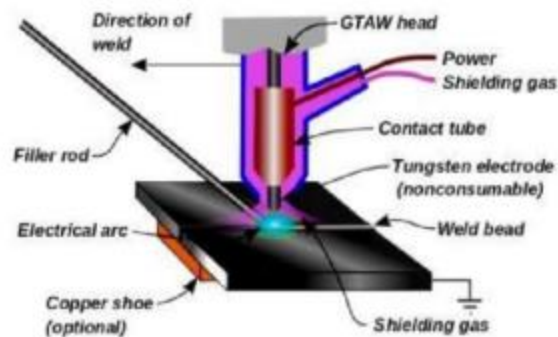
Kata Kunci: *Tungsten Arc Welding Gas, Tungsten Inert Gas, Baja Karbon Tinggi, Uji Tarik, Uji Kekerasan.*

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Proses pengelasan yang pada prinsipnya adalah menyambungkan dua atau lebih komponen, lebih tepat ditujukan untuk merakit (assembly) beberapa komponen menjadi satu bentuk mesin. Mengelas tidak lain adalah pekerjaan penyambungan dua logam atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik diatas atau dibawah titik cair logam. (Yuspian,Nanang,&Bayu, 2017)

Definisi pengelasan menurut DIN (DeutscheIndustrie Norman) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan tempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Mengelas adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian logam atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh.

Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) Gas tungsten arc welding atau tungsten inert gas (TIG) adalah jenis las listrik yang menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkonsumsi, elektroda ini digunakan hanya untuk busur nyala listrik bahan penambah berupa batang las (Rod) yang dicairkan oleh busur nyala tersebut mengisi kampuh bahan induk sementara untuk mencegah oksidasi digunakan gas mulia seperti (Argon, Helium, Freon) dan CO₂ sebagai gas pelindung.



Gambar 1. Proses Las TIG

Jenis las ini bisa digunakan dengan bahan penambah atau tanpa bahan penambah las ini menghasilkan sambungan las yang bermutu tinggi panas dari busur terjadi diantara elektroda tungsten dan logam induk akan meleburkan logam pengisi ke logam induk di mana busurnya dilindungi oleh gas mulia (Argon). Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan bahan dasar merupakan sumber panas untuk pengelasan titik cair elektroda sedemikian tingginya sampai 3410°C, sehingga tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik sebagian bahan tambah dipakai elektroda tanpa selaput yang digerakkan dan didekatkan ke busur yang terjadi antara elektroda dengan bahan dasar.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dengan cara membuat spesimen yang sesuai dengan ASTM E8 dan di las bagian tengahnya dengan menggunakan las TIG (tungsten inert gas) dengan variasi arus 120,130,140 ampere dan di uji dengan pegujian tarik dengan mesin uji tarik dan pegujian kekerasan dengan mesin Rockwell hardness

Tujuan dari pengujian tarik yaitu untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari suatu bahan. Untuk melakukan proses pengujian tarik, spesimen pengujian dijepit pada mesin uji dengan pembebanan dimulai dari nol, kemudian bertambah perlahan-lahan hingga memperoleh beban maksimum dan akhirnya benda uji putus.

Pengujian kekerasan hasil las TIG material baja karbon tinggi dengan variasi arus 120,130 dan 140 A. menggunakan mesin Rockwell tester (model mitutoyo HR-400) menggunakan beban sebesar 60 kgf Pengujian dilakukan sebanyak tiga titik setiap spesimen pada daerah pengelasan.



Gambar 2. Pengujian tarik

3. HASIL

Analisa Data Pengujian Tarik

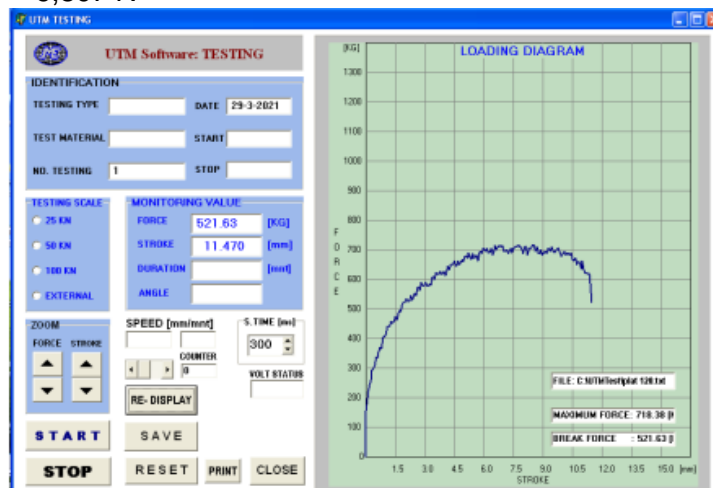
1. Spesimen pengujian dengan arus 120 A

F_{maks} = 718,38

Δl = 8,6 mm

1 KN = 1000 N

1 kgf = 9,807 N



Gambar 3. Grafik Uji Tarik Spesimen 120 Ampere

Perhitungan luas penampang

$$A_0 = t \times l$$

$$A_0 = 2,5 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} \\ = 31,25 \text{ mm}^2$$

Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{718,38 \text{ kgf} \cdot 9,807 \text{ N}}{31,25 \text{ mm}^2} = 225,445 \text{ N/mm}^2$$

Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\epsilon = \frac{8,6 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 0,043$$

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{225,445}{0,043} = 5242,91 \text{ N/mm}^2$$

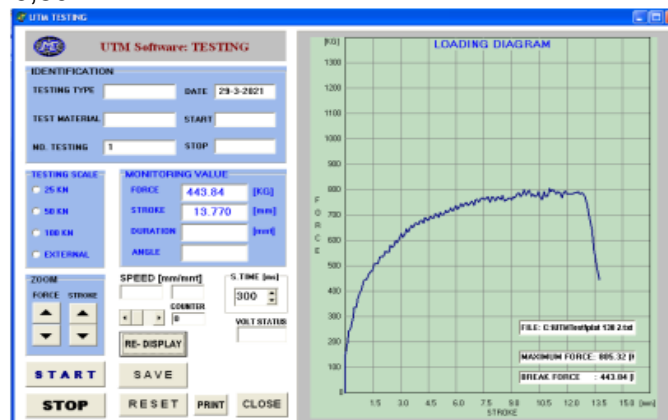
2. Spesimen pengujian dengan arus 130 A

Fmaks = 805,32

Δl = 11 mm

1 KN = 1000 N

1 kgf = 9,807 N



Gambar 4. Grafik Uji Spesimen 130 Ampere

Perhitungan luas penampang

$$A_0 = t \times l$$

$$A_0 = 2,5 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm}$$

$$= 31,25 \text{ mm}^2$$

Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{805,32 \text{ kgf} \cdot 9,807 \text{ N}}{31,25 \text{ mm}^2} = 252,729 \text{ N/mm}^2$$

Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\epsilon = \frac{11 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 0,055$$

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{252,729}{0,055} = 4595,072 \text{ N/mm}^2$$

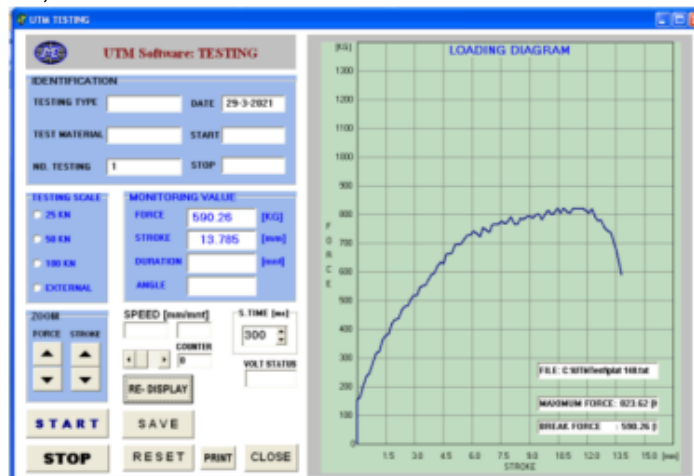
3. Spesimen pengujian dengan arus 140 A

Fmaks = 823,62

Δl = 1,7 mm

1 KN = 1000 N

1 kgf = 9,807 N



Gambar 5 Grafik Uji Spesimen 140 Ampere

Perhitungan luas penampang

$$A_0 = t \times l$$

$$A_0 = 2,5 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} \\ = 31,25 \text{ mm}^2$$

Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{823,62 \text{ kgf} \cdot 9,807 \text{ N}}{31,25 \text{ mm}^2} = 258,472 \text{ N/mm}^2$$

Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\epsilon = \frac{1,7 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 0,0085$$

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{258,472}{0,0085} = 30408,471 \text{ N/mm}^2$$

Data-data dari pengujian tarik pada baja karbon tinggi dengan menggunakan Filler ER70S-6

Tabel 1. Hasil Pengujian Untuk Kualitas Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon

| NO | Ampere | Force max |
|----|--------|------------|
| 1 | 120 A | 718,38 kgf |
| 2 | 130 A | 805,32kgf |
| 3 | 140 A | 823,62 kgf |

Pada hasil tabel diatas nilai tertinggi Force max yaitu pada ampere 140 A dengan nilai kekuatan 823,62 kgf.

4. PEMBAHASAN

Analisa Pengujian Kekerasan

Pada analisa kekerasan ini ukuran panjang dari spesimen yang di uji yaitu 200 mm, diambil 3 titik titik tengah dengan ukuran 100 mm. lalu untuk sisi ukuran HAZ kiri yaitu 14 mm dari tegah dan ukuran, sedangkan ukuran HAZ kanan diambil 14 mm dari titik tengah.



Gambar 6. Spesimen Hasil Uji Kekerasan

Tabel 2. Hasil Data Uji Kekerasan

| Ampere (A) | HAZ Kiri (HRC) | Logam Las (HRC) | HAZ Kanan (HRC) |
|------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 120 A | 45,2 | 45,8 | 52,6 |
| 130 A | 60,0 | 47,1 | 43,8 |
| 140 A | 46,1 | 54,2 | 43,0 |

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil spesimen dengan menggunakan variasi arus 130 A memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 60,0 HRC pada HAZ kiri. Untuk hasil spesimen dengan menggunakan arus 140 A memiliki nilai kekerasan tertinggi 54,2 HRC pada daerah Logam Las. Sedangkan hasil spesimen dengan menggunakan arus 120 A memiliki nilai kekerasan tertinggi yang paling rendah yaitu 52,6 HRC pada HAZ Kanan.

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil pengelasan baja karbon tinggi terhadap kekerasan dan kekuatan Tarik adalah sebagai berikut ;

1. Dari hasil pengujian Tarik yang telah dilaksanakan dapat membuktikan bahwa baja karbon tinggi dengan 140 A dilakukan proses pengelasan lebih tinggi kekuatan tariknya dengan nilai 823,62 kgf dibandingkan dengan 120 A yang juga sudah dilakukan proses pengelasan lebih rendah kekuatan tariknya dengan nilai 718,38 kgf.

2. Dari hasil pengujian kekerasan yang telah di laksanakan dapat membuktikan bahwa pengelasan baja karbon tinggi lebih keras pada 130 A dibagian HAZ kiri dengan nilai 60,0 HRC dibandingkan dengan 140 A dibagian logam las dengan nilai 54,2 HRC dan yang paling rendah di 120 A pada bagian HAZ kiri dengan nilai 45,2 HRC.

REFERENSI

- Adam, M. (2021). Pembuatan Mesin Pengayak Pasir Tipe Rotary Dengan Kapasitas 300 kg/jam (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- Adam, M., & Zurairah, M. (2021, August). PERANCANGAN PENGENDALI SUHU RUANGAN KELAS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA. In Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 4, No. 1, pp. 80-89).
- Adam, M. (2021). Implementasi Pembelajaran Daring Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Istiqomah Muhammadiyah 4 Samarinda.
- Asmara, I. P. S., & Adam, M. (2021, August). Seakeeping and resistance analysis of 1200 GT passenger ship fitted with NACA 4412 stern foil using CFD method. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1175, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Adam, M. (2020). Pengaruh kondisi pemotongan proses freis baja s45c terhadap temperatur pahat, geram, benda kerja. SKRIPSI-2020.
- Aprilianda, A., Lubis, M. Z., Permana, A., Pamungkas, S. D., & Adam, M. (2020). Survei Penentuan dan Pengontrolan Batas Zona Penyusun Main Dam pada Proyek Bendungan Ladongi Provinsi Sulawesi Tenggara. JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering, 3(2), 95-105.
- Azis, Z. A. Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Dengan Perbandingan Lampu TL, Lampu He Dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana. REINTEK. Vol, 6, 192-201
- Azis, A., Darvina, Y., & Sari, S. Y. (2021). Analisis Komponen Higher Order Thinking Skills Pada Sajian Isi LKS Fisika Kelas X Semester II Di SMAN Se-Sumatera Barat. PILLAR OF PHYSICS EDUCATION, 14(1), 65-73.
- Azwar, A., Helmi, J., & Zambak, M. F. (2020). Aplikasi Interpolasi Fungsi Peubah Dalam Tabel Faktor Pendingin Angin. Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil), 1(2), 90-98.
- Dedy, A. P., Zambak, M. F., Ahmad, A. A., & Suwarno, S. (2020). PLC Implementation as a Flow Computer for Calculation of Saturated Steam Mass Meetings with the Linear Divided Regression Method (Application: PT. XYZ-Kuala Tanjung). Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering, 1(1), 8-16.
- Evalina, N. (2021). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di Wilayah Kampus Utama UMSU. Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi (TRekRiTel), 1(1), 13-20.
- Evalina, N., Azis, A., Rimbawati, R., & Cholis, C. (2018, June). PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN DAN TANPA MENGGUNAKAN INVERTER. In SEMNASTEK UISU 2018.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., & Efrida, R. (2021). Pendampingan Pembuatan Souvenir Dari Bahan Resin di Panti Asuhan Putri Aisyiyah Cabang Medan Kota. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(2).
- Evalina, N., Riza, M. K., Arfis, A., & Rimbawaty, R. (2019, May). PEMANFAATKAN BAHAN BAKAR SAMPAH PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK HOT AIR STIRLING ENGINE. In Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 2, No. 1, pp. 71-76).
- Evalina, N., Azis, A., & Zulfikar, Z. (2018). Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller. JET (Journal of Electrical Technology), 3(2), 73-80.

- Fareq, M., Fitra, M., Irwanto, M., Syafruddin, H. S., Gomesh, N., Irwan, Y. M., ... & Hussain, T. (2015). 50 cm Air gap Wireless Power Transfer By Magnetic Resonance Coupling. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 785, pp. 205-209). Trans Tech Publications Ltd.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021, April). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37-42.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Adam, M. (2020). Prototype Measuring Device for Electric Load in Households Using the Pzem-004T Sensor. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 347-361.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26-31.
- Harahap, U., & Pasaribu, F. I. (2016). Sistem Kontrol Buka Tutup Valve pada Proses Pemanasan Air Jaket (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26-31.
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37-42.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021, April). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Harahap, P. H. P., & Al-Ani, W. K. A. (2021). The Effect of Charcoal on the Improvement of Grounding Resistance as a Soil Treatment in Reducing Grounding Resistance. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(1), 12-15.
- Harahap, P., & Oktrialdi, B. (2020, April). Harmonisa in defibrillator equipment (DC Shock) using simulink Matlab. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Harahap, P. (2018, June). REDUKSI HARMONISA PADA PERALATAN X-RAY MOBILE 100 mA. In *SEMNASTEK UISU 2018*.
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Harahap, P. (2018, June). REDUKSI HARMONISA PADA PERALATAN X-RAY MOBILE 100 mA. In *SEMNASTEK UISU 2018*.
- Harahap, P., & Oktrialdi, B. (2020, April). Harmonisa in defibrillator equipment (DC Shock) using simulink Matlab. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Hermawan, D., Primasyukra, M. A., Zambak, M. F., & Hardi, S. (2021). Perbandingan Tiga Metode Pendekatan Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Di Pondok Pesantren. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 35-41. Zambak, M. F. (2021). Transfer Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Resonan Magnetik Koil (Vol. 1). umsu press.
- Hutasuhut, A. A., & Pasaribu, F. I. (2017, September). Design of motor induction 3-Phase from waste industry to generator for microhydro at isolated village. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 237, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.

- Hutasuhut, A. A., Riandra, J., & Irwanto, M. (2022, February). Analysis of hybrid power plant scheduling system diesel/photovoltaic/microhydro in remote area. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2193, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Hwai, L. J., Zambak, M. F., & Nisja, I. (2016). Assessment of Wind Energy Potential using Weibull Distribution Function as Wind Power Plant in Medan, North Sumatra. *International Journal of Simulation--Systems, Science & Technology*, 17(41).
- Hwai, L. J., Zambak, M. F., & Nisja, I. (2016). Assessment of Wind Energy Potential using Weibull Distribution Function as Wind Power Plant in Medan, North Sumatra. *International Journal of Simulation--Systems, Science & Technology*, 17(41).
- Ismail, R., Hasibuan, A., Isa, M., Abdurrahman, F., & Islami, N. (2019). Mitigation of high voltage induction effect on ICCP system of gas pipelines: a field case study. *TELKOMNIKA*, 17(6), 3226-3231.
- Ismail, R., Hasibuan, A., Isa, M., Abdurrahman, F., & Islami, N. (2019). Mitigation of high voltage induction effect on ICCP system of gas pipelines: a field case study. *TELKOMNIKA*, 17(6), 3226-3231.
- Ismail, R., Hasibuan, A., Nasution, E. S., Hardi, S., & Nrartha, I. M. A. (2020, September). Comparative analysis of differential relay settings in Langsa substation transformer to avoid protection failure. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 52-56). IEEE.
- Lubis, S., & Cholish, C. (2019). Pelatihan Pembuatan Peta Cabang Dan Ranting Muhammadiyah Menggunakan Aplikasi Sicara Untuk Mercepatan Pemetaan Cabang Dan Ranting Muhammadiyah Se-Kota Medan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 14-21.
- Muharnif, M., & Septiawan, R. (2018). Analisa Pengujian Lelah Material Stainless Steel 304 Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 64-73.
- Muharnif, M., & Nasution, E. S. (2018). PEMBUATAN HYDROFOIL TURBIN DARRIEUS. *JURNAL SISTEM INFORMASI*, 2(1).
- Muharnif, M., & Nasution, E. S. (2018). PEMBUATAN HYDROFOIL TURBIN DARRIEUS. *JURNAL SISTEM INFORMASI*, 2(1).
- Nasution, E. S., Zambak, M. F., Suhendra, S., & Hasibuan, A. (2020). Simulasi Pengoperasian Motor Pompa Air Berbasis Programmable Logic Control. *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*, 1(2), 78-82.
- Nasution, E. S., Zambak, M. F., Suhendra, S., & Hasibuan, A. (2020). Simulasi Pengoperasian Motor Pompa Air Berbasis Programmable Logic Control. *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*, 1(2), 78-82.
- Nasution, E. S., Rohana, R., & Lubis, R. F. (2019). PKM Pengembangan Rumah Produksi. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1).
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAUPRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).
- Nasution, E. S. (2010). PENGARUH STRATEGI PEMBELAJARAN DAN GAYA BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR MENGIKUTI PROSEDUR KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI SMK AR-RAHMAN MEDAN (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I., Azis, A., Evalina, N., & Cholish, C. (2020). PKPM Pengolahan Sampah Bakar Ramah Lingkungan Muhammadiyah Menggunakan Rancang Bangun Insinerator. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(1), 21-31.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 1-6.

- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I. (2018). Implementasi Filter Rc Pada Reduksi Harmonisa Dalam Pengobatan Ceragem. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi*, 4(2), 62-66.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Varistor in the Inverter Circuit Starting Energy Saver to Reduce Water Pump Electric Current. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 3(4), 244-253.
- Pasaribu, F. I., Harahap, P., & Adam, M. (2020). Design Of Energy Storage Circuits For Efficiency Of Electric Power Usage In Computer Devices. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx Journal)*, 2(3), 368-375.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 1-6.
- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I. (2021). BEBAN NON LINIER DAN ANALISA HARMONISA. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 5(1), 29-34.
- Pandey, M. C., Lubis, M. Z., Permana, A., Pamungkas, S. D., & Adam, M. (2021). Application on Survey Implementation of Dredging and Structure for Energy Reducing Spillway Building at Ladongi Dam.
- Pohan, M. Y., Pinayungan, D., Zambak, M. F., Hardi, S., Suwarno, S., Rohana, R., & Warman, E. (2021, March). ANALISA PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA RUMAH TINGGAL DI PONDOK 6. In *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)* (pp. 335-341).
- Rimbawati, R., Afiza, D., Cholish, C., Suparmono, S., & Kusuma, B. S. (2022). Analisis Instalasi Kelistrikan Pada Wisata Sawah Pematang Johar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 143-151.
- Rimbawati, R., Prandika, B., & Cholish, C. (2022). Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 1-8.
- Rimbawati, R., Siregar, Z., & Yusri, M. (2021). PENINGKATAN EKONOMI MASYARAKAT DESA PEMATANG JOHAR MELALUI USAHA BATIK SAWAH. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 934-943.
- Rimbawati, R., Hutasuhut, A. A., & Muharnif, M. (2018). MODIFIKASI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA SISA PAKAI INDUSTRI MENJADI HYDROELECTRIC GENERATOR UNTUK PLTMH. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Saragih, J. W., & Hasibuan, A. (2020, September). Analysis of Damage to Ship MT. Delta Victory due to Human Error and Electricity with the Shel Method. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 48-51). IEEE.
- Suwarno, R. (2021). Wind speed modeling based on measurement data to predict future wind speed with modified Rayleigh model. *Int J Pow Elec & Dri Syst*, 12(3), 1823-1831.
- Suwarno, I. Y., Irwanto, M., & Hiendro, A. Analysis of wind speed characteristics using different distribution models in Medan City, Indonesia. *Int J Pow Elec & Dri Syst* ISSN, 2088(8694), 1103.
- Suwarno, R. (2021). Wind speed modeling based on measurement data to predict future wind speed with modified Rayleigh model. *Int J Pow Elec & Dri Syst*, 12(3), 1823-1831.

- Suwarno, S., & Zambak, M. F. (2021). The Probability Density Function for Wind Speed Using Modified Weibull Distribution. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(6), 544.
- Tahel, F., Aliyah, S., & Adam, M. (2020). Rancang Bangun Aplikasi PHP dalam Mendeteksi Penyakit Kelinci Menggunakan Metode Case-Based Reasoning (CBR). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 1(4), 293-302.
- Umurani, K. U. K., & Muharnif, M. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pembangkit Vorteks Winglet Melengkung Terhadap Unjuk Kerja Apk Tipe Kompak Studi Eksperimental. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 84-93.
- Umurani, K., Muharnif, M., & Siregar, A. M. (2021). Analisa Numerik Pengaruh Diameter Lubang Berperforasi Rusuk V Terhadap Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 54-65.
- Yusniati, Y., Nasution, E. S., & Pangestu, R. I. (2019, May). ANALISIS KINERJA CIRCUIT BREAKER PADA SISI 150 kV GARDU INDUK LAMHOTMA. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 77-82).
- Zambak, M. F. (2021). *Transfer Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Resonan Magnetik Koil* (Vol. 1). umsu press.
- Zulfikar, Z., Evalina, N., & Arfis, A. (2019). Penggunaan Inverter 3G3MX2 Untuk Merubah Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Phasa. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 4(2), 93-95.
- Zulfikar, P. H., & Laksono, H. A. (2019). Analisa Perbandingan Pengaruh Variasi Jumlah Sudu 4 Dan 8 Pada Turbin Angin Savonius Terhadap Tegangan Dan Arus Generator Dc.