

## Kajian Eksperimental Perbandingan Hasil Pengelasan Model Smaw Dan Gtaw Terhadap Kekuatan Tarik Material Baja St 37

Andika Purnama

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

*andikapurnama@gmail.com*

### Abstrak

*Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Pengelasan pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung, Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain, prosedur pengelasan, bahan, elektrode dan jenis kampuh yang digunakan. Bagaimana kekuatan tarik dari material baja ST 37 dengan metode pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) dan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kekuatan tarik spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan metode yang berbeda, memperoleh kekuatan dari proses pengelasan, menguji kekuatan hasil pengelasan, dan membandingkan kekuatan pengelasan SMAW dan GTAW. Jenis sambungan yang digunakan adalah sambungan tumpul dengan kampuh V tunggal, bentuk dan ukuran spesimen uji sesuai dengan standar ASTM E8/E 8M – 13a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan jenis pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Kekuatan tarik tertinggi pada pengelasan SMAW sebesar 52,43 Kgf/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik terendah 31,22 Kgf/mm<sup>2</sup>. Pengelasan GTAW kekuatan tarik tertinggi sebesar 31,88 Kgf/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik terendah 18,84 Kgf/mm<sup>2</sup>.*

**Kata Kunci** : kekuatan tarik, pengelasan SMAW, pengelasan GTAW, sambungan las, las listrik.

## 1. PENDAHULUAN

Pengelasan (Welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan tekanan atau tanpa tekanan. Definisi pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan bimetal adalah proses pengelasan yang menyambungkan dua macam logam yang berbeda. Pengelasan bimetal mempunyai tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibanding dengan pengelasan logam yang sejenis. Karena logam yang tidak sejenis mempunyai karakteristik yang berbeda satu sama lainnya.

Sehingga proses pengelasan logam yang tidak sejenis membutuhkan beberapa teknik tertentu, misalnya pemilihan logam yang akan disambung harus tepat, pemilihan elektroda yang sesuai, pengaturan heat input yang tepat, serta pemilihan perlakuan panas pasca pengelasan yang tepat. Pengelasan pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung, beberapa operasi menggunakan logam pengisi dan yang lain tanpa logam pengisi. Pengelasan padat proses penyambungannya menggunakan panas atau tekanan, tetapi tidak terjadi peleburan pada logam dasar dan tanpa penambahan logam pengisi. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa arus las berpengaruh terhadap kekuatan tarik baik pengelasan SMAW maupun GTAW.

Kekuatan tarik tertinggi pada pengelasan SMAW sebesar 64,01 kgf/mm<sup>2</sup> dengan arus 70 A, dan kekuatan tarik terendah 61,97 kgf/mm<sup>2</sup> pada arus 50 A. Pengelasan GTAW kekuatan tarik tertinggi sebesar 49,54 kgf/mm<sup>2</sup> dengan arus 60 A dan kekuatan tarik terendah 46,64 kgf/mm<sup>2</sup> dengan arus 70 A. Kekerasan pengelasan SMAW tertinggi pada arus 60 A sebesar 22,7 HRC dan kekerasan terendah pada arus 50 A sebesar 16,5 HRC. Pengelasan GTAW kekerasan tertinggi pada arus 60 A sebesar 20,5 HRC dan kekerasan terendah pada arus 50 A sebesar 15,9 HRC. Struktur mikro yang terjadi pada arus 50 A didominasi oleh struktur ferit, sementara pada arus 60 A dan 70 A struktur yang terbentuk adalah perlit yang berwarna gelap. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Bangun, 2006) Pengelasan dissimilar metal welding baja AISI 1045 dengan AISI 304 dengan variasi arus bahwa karena pengaruh elektroda Xuper 222XH.

Ketika dilakukan pengujian tarik material mengalami perpatahan di daerah logam AISI 1045. Harga kekuatan tarik maksimum ( $R_m$ ) dengan arus 100 A adalah 147,5 N/mm<sup>2</sup>. Harga kekerasan pada daerah logam lasan (titik 0) dengan arus 100A = 195,7 VHN.

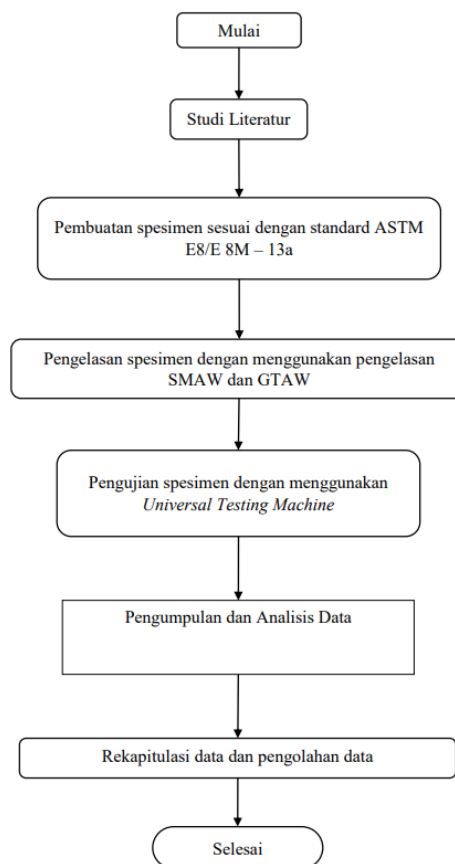
## 2. METODE PENELITIAN

Tempat pelaksanaan dan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi dan Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan sebagai spesimen dengan jenis baja konstruksi dengan bahan baja ST 37
2. Memotong bahan yang akan dijadikan sebagai spesimen uji menggunakan mesin gerinda tangan

3. Membubut Spesimen uji sesuai dengan bentuk dan ukuran sesuai standar ASTM E8/E 8M – 13a
4. Mengukur diameter benda kerja hasil pembubutan dengan diameter 6 mm, panjang 30 mm dan radius 6 mm
5. Mempersiapkan kawat las berdiameter 2.6 mm dengan penggunaan arus sebesar 75 Ampere dan diameter filler pengisi 2.0 mm dengan arus pengelasan GTAW 90 Ampere.
6. Mengelas spesimen uji menggunakan mesin las listrik (SMAW) dan Tig (GTAW)
7. Melakukan pengujian tarik menggunakan mesin UTM (Universal Testing Machine), alat ini dipilih karena cara pengujiannya yang cukup sederhana untuk dilakukan dengan cara menarik suatu bahan untuk mengetahui bahan tersebut bereaksi terhadap tarikan sampai sejauh mana material bertambah panjang



**Gambar 1. Metode Penelitian**

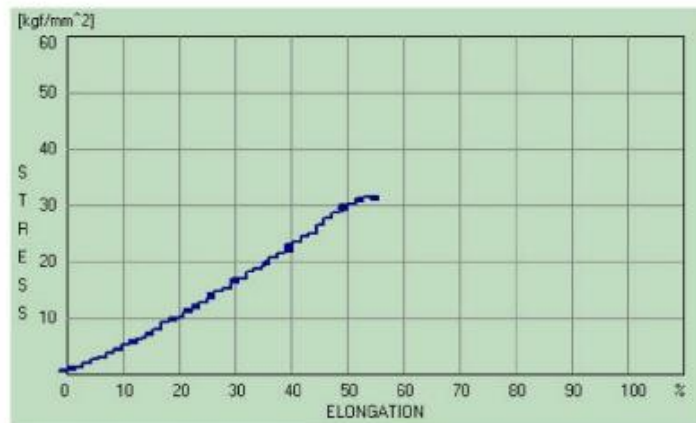
### 3. HASIL

Data yang ditampilkan meliputi data hasil pengujian kekuatan yang didapatkan dari hasil pengujian tarik dengan menggunakan Universal Testing Machine dengan tipe UTM-LC05T yang ada di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik.

#### Spesimen 1 las SMAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 pada pengelasan SMAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile

strength 31,22 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 55,56 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf



**Gambar 2. Hasil pengujian tarik spesimen 1 pengelasan SMAW**

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan SMAW pada spesimen 1, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

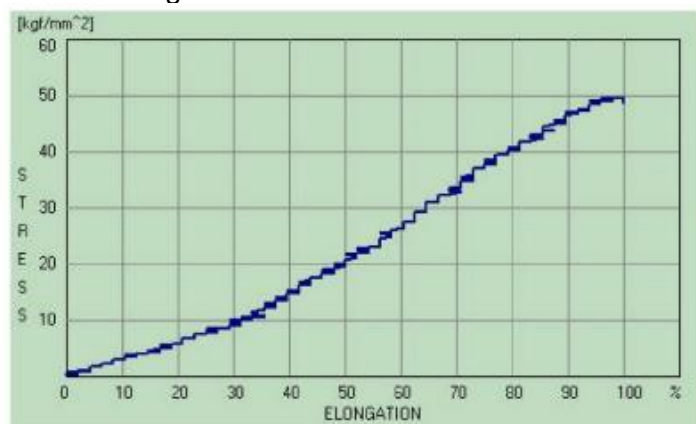
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{882,77 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 31,23 \text{ Kgf / mm}^2$$

Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{2}{30} = 0,06 \text{ mm}$$

Spesimen 2 las SMAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 pada pengelasan SMAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile strength 49,71 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 100 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf



**Gambar 3. Hasil pengujian tarik spesimen 2 pengelasan SMAW**

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan SMAW pada spesimen 2, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

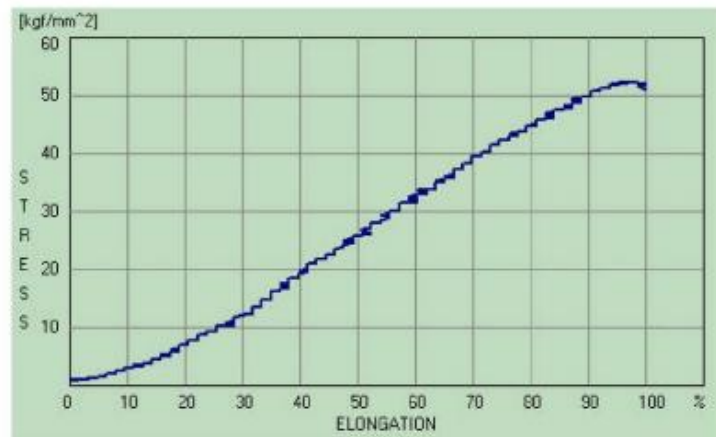
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1405,45 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 49,73 \text{ Kgf / mm}^2$$

Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{2}{30} = 0,06 \text{ mm}$$

Spesimen 3 las SMAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 pada pengelasan SMAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile strength 52,43 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 100 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf.



Gambar 4. Hasil pengujian tarik spesimen 3 pengelasan SMAW

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan SMAW pada spesimen 3, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

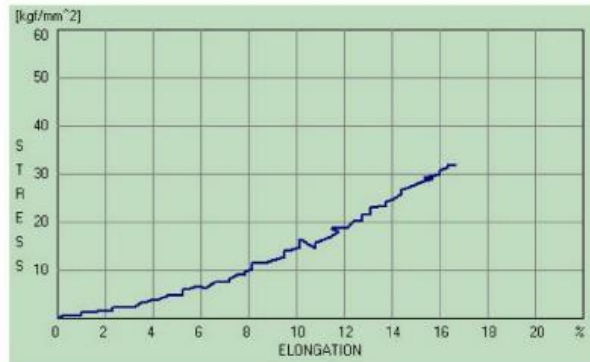
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1482,80 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 52,47 \text{ Kgf / mm}^2$$

c. Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{2}{30} = 0,06 \text{ mm}$$

### Spesimen 1 las GTAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 pada pengelasan GTAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,18 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile strength 31,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 16,67 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf.



Gambar 5. Hasil pengujian tarik spesimen 1 pengelasan GTAW

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan GTAW pada spesimen 1, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

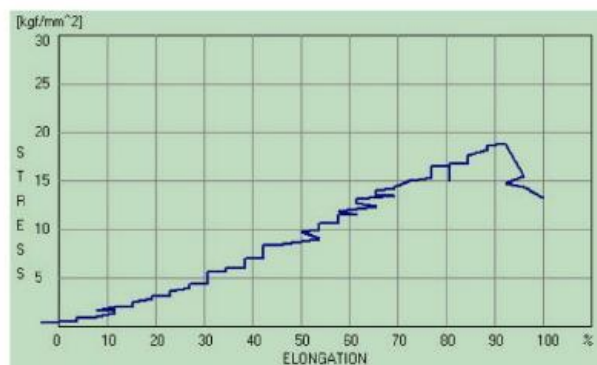
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{901,34 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 31,89 \text{ Kgf / mm}^2$$

c. Strain

$$\epsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,2}{30} = 0,04 \text{ mm}$$

### Spesimen 2 las GTAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 pada pengelasan GTAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile strength 18,84 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 100 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf.



Gambar 6. Hasil pengujian tarik spesimen 2 pengelasan GTAW

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan GTAW pada spesimen 2, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

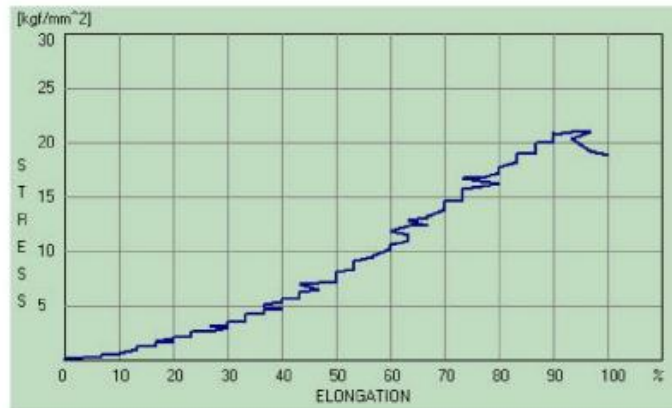
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{532,55 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 18,84 \text{ Kgf / mm}^2$$

c. Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,2}{30} = 0,04 \text{ mm}$$

Spesimen 3 las GTAW

Hasil pada gambar dibawah merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 pada pengelasan GTAW yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa yield strength sebesar 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup> , tensile strength 21,09 Kgf/mm<sup>2</sup> , elongation sebesar 100 % dengan pengujian tarik yang dilakukan sebesar 2500 Kgf.



Gambar 7. Hasil pengujian tarik spesimen 3 pengelasan GTAW

Gambar diatas merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan Universal Tensile Machine dengan pengelasan GTAW pada spesimen 3, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times 3^2 \text{ mm} = 28,26 \text{ mm}^2$$

b. Stress

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{596,22 \text{ Kgf}}{28,26 \text{ mm}^2} = 21,09 \text{ Kgf / mm}^2$$

c. Strain

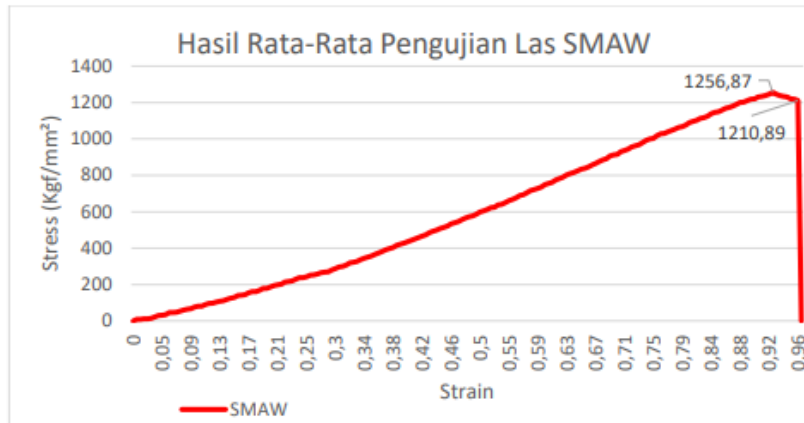
$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,2}{30} = 0,04 \text{ mm}$$

#### 4. PEMBAHASAN

Pengelasan SMAW

Hasil pengujian yang diperoleh setelah melakukan pengujian tarik terhadap 3 (tiga) spesimen dengan metode pengelasan SMAW dirata-ratakan seperti yang

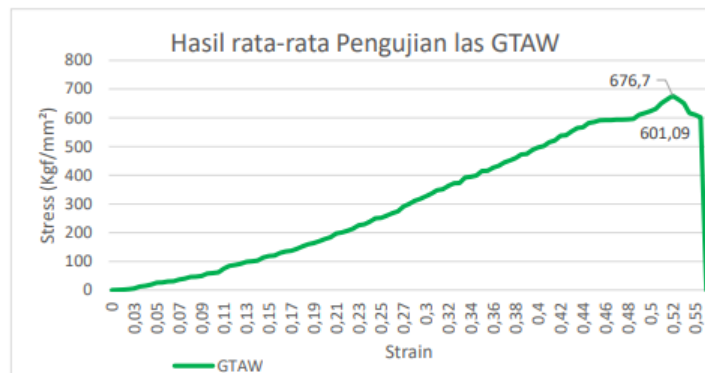
terlihat pada gambar dibawah. Kekuatan tarik yang diperlihatkan pada grafik di bawah menunjukkan bahwa spesimen yang disambung dengan menggunakan metode SMAW memiliki kekuatan rata-rata Maximum Force sebesar 1256,87 Kgf/mm<sup>2</sup>, Break Force 1210,89 Kgf/mm<sup>2</sup>, Yield Strength 0,88 Kgf/mm<sup>2</sup>, Tensile Strength 44,45 Kgf/mm<sup>2</sup>, Elongation 85,19 %.



Gambar 2. Grafik kekuatan tarik rata-rata pengelasan SMAW

#### Pengelasan GTAW

Hasil pengujian yang diperoleh setelah melakukan pengujian tarik terhadap 3 (tiga) spesimen dengan metode pengelasan GTAW dirata-ratakan seperti yang terlihat pada gambar dibawah. Kekuatan tarik yang diperlihatkan pada grafik di bawah menunjukkan bahwa spesimen yang disambung dengan menggunakan metode GTAW memiliki kekuatan rata-rata Maximum Force sebesar 676,70 Kgf, Break Force 601,09 Kgf, Yield Strength 1,35 Kgf/mm<sup>2</sup>, Tensile Strength 23,94 Kgf/mm<sup>2</sup>, Elongation 100 %.

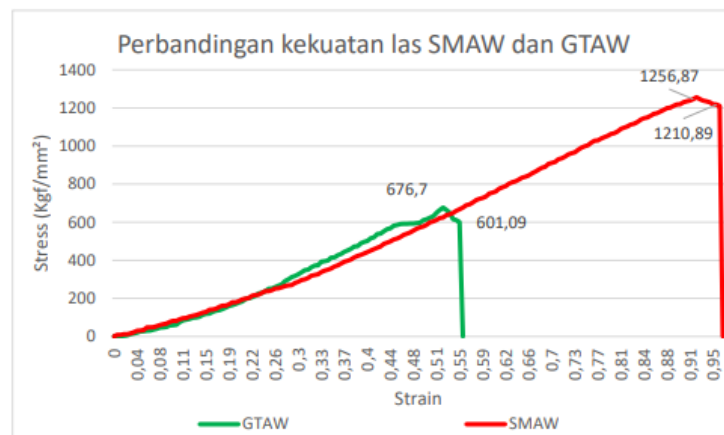


Gambar 3. Grafik kekuatan tarik rata-rata pengelasan GTAW

#### Perbandingan Hasil Kekuatan Tarik

Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan perbandingan pengelasan SMAW dan GTAW menggunakan mesin uji tarik mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara pengelasan yang berbeda. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah.





Gambar 4. Grafik perbandingan kekuatan tarik las SMAW dan GTAW

## 5. KESIMPULAN

Dari pengujian kekuatan tarik yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengelasan SMAW memiliki kekuatan tarik tertinggi tensile strength 52,43 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah tensile strength 31,22 Kgf/mm<sup>2</sup>.
2. Pengelasan GTAW memiliki kekuatan tarik tertinggi tensile strength 31,88 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah tensile strength 18,84 Kgf/mm<sup>2</sup>.
3. Maka dari penelitian yang dilakukan pengelasan SMAW memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dari pada pengelasan GTAW.

## REFERENSI

- Affandi, A., Umurani, K., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2021). Edukasi Cara Menempa Besi Berstandart SNI Untuk Peningkatan Produksi Pandai Besi di Kecamatan Brandan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(3), 115-122.
- Balisanislam, B., & Harahap, P. (2021, October). Efisiensi Kinerja Cleaning Service Dengan menggunakan Robot Pembersih Kaca Luar Gedung Selama Masa Pandemi Covid-19. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 2, No. 1)*.
- Balisanislam, B., Harahap, P., & Lubis, S. (2021). Perancangan Alat Inverter Energi Listrik Menggunakan Simulink Matlab. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(2), 91-98.
- Dharma, S. (2021). Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil: Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil. *ABEC Indonesia*, 9.
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Hadi, H. S., Abdurrakhman, A., & Sampurno, B. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan Pembersih Pada Robot Pembersih Kaca Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. *J-Eltrik*, 1(1), 7-14.
- Harahap, P., Adam, M., & Balisanislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 198-205.
- Harahap, P., Adam, M., & Balisanislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 198-205.
- 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., 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., 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., 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., & Balisranislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat), 2(2), 198-205.
- Heri, J., Hardiansyah, E., Siregar, C. A., & Daud, M. STUDI KARAKTERISTIK PENGUKURAN TEGANGAN DAN RESPON HELMET INDUSTRI.
- Hutabarat, P. H., & Zambak, M. F. (2021). PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGY MELALUI ANALISA IKE DI KAMPUS II EFARINA PEMATANGSIANTAR. JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING, 5(1), 36-43.
- Huzni, S., Siregar, A. M., Siregar, C. A., Nasution, A. R., Tanjung, I., & Fonna, S. (2020). ANALISA KOROSI ATMOSFERIK BAJA KARBON RENDAH DI KECAMATAN MEDAN BELAWAN. MULTITEK INDONESIA, 14(2), 80-88.
- Lubis, F., Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Pelatihan Keamanan Dalam Merancang Prototype Belt conveyor. ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat), 3(1), 146-153.
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari. Media Mesin: Majalah Teknik Mesin, 23(1), 52-58.
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2020). Simulasi Numerik Kerugian Energi Pada Siku Pipa. In Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek) (pp. KE22-KE30).
- Lubis, F., Pane, R., Lubis, S., Siregar, M. A., & Kusuma, B. S. (2021). Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor. Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil), 2(2), 51-57.
- Lubis, S., & Pane, R. (2021). Analysis Of The Coefficien Of Performance (COP) Freezer Produced By Solar Cell. International Journal of Science, Technology & Management, 2(6), 2230-2238.
- Lubis, S., & Hasibuan, E. S. (2020). PERANCANGAN TRAFFIC SPIKES OTOMATIS TYPE SURFACED MOUNTED BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO UNO DAN SENSOR ID CARD. VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal, 2(1), 27-32.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT, 2(2), 229-237.
- Lubis, S. (2020). ANALISA PENGARUH SUDUT SUDU IMPELLER PADA UNJUK KERJA BLOWER SENTRIFUGAL. Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil), 1(1), 11-18.
- Lubis, S. (2021, August). Simulasi Getaran Pada Piringan Tunggal Akibat Perubahan Putaran. In Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 1-7).
- Lubis, S., Siregar, A. M., & Siregar, I. (2021). Study of Statically Tested Honeycomb Structure. International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects), 2(1), 1-12.
- Lubis, S., Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Siregar, I. (2021). Kajian Eksperimen Kemampuan Penyerapan Energi Pada Struktur Sarang Lebah Yang Diuji Secara Statis. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 4(1), 64-72.
- Lubis, R. D. W., Syam, B., & Gunawan, S. (2020). Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 29-37.

- Lubis, F., Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Pelatihan Keamanan Dalam Merancang Prototype Belt conveyor. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 3(1), 146-153.
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 23(1), 52-58.
- Lubis, S., Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Hasibuan, E. S. (2021). ANALISA NILAI KOEFISIEN PRESTASI (COP) LEMARI PEMBEKU YANG DIHASILKAN OLEH SOLAR CELL. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP) 2021*, 2(1), 252-260.
- Lubis, R. W., Yani, M., Siregar, C. A. P., & Gunawan, S. (2022, February). Development of cigarette butt fibre filter reinforced by opefb fiber composite material for trash can. In *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2193, No. 1, p. 012021)*. IOP Publishing.
- Lubis, S., Siregar, A. M., & Siregar, I. (2021). Study of Statically Tested Honeycomb Structure. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)*, 2(1), 1-12.
- Lubis, F. (2015). Pengaruh Baffle Cut terhadap unjuk Kerja Termal dan Penurunan Tekanan pada Alat Penukar Kalor Shell and Tube Susunan Tabung Segiempat.
- Lubis, F., Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Pelatihan Keamanan Dalam Merancang Prototype Belt conveyor. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 3(1), 146-153.
- Lubis, F., Pane, R., Lubis, S., Siregar, M. A., & Kusuma, B. S. (2021). Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 51-57.
- Lubis, F. (2015). Pengaruh Baffle Cut terhadap unjuk Kerja Termal dan Penurunan Tekanan pada Alat Penukar Kalor Shell and Tube Susunan Tabung Segiempat.
- Lubis, S., Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Hasibuan, E. S. (2021). ANALISA NILAI KOEFISIEN PRESTASI (COP) LEMARI PEMBEKU YANG DIHASILKAN OLEH SOLAR CELL. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP) 2021*, 2(1), 252-260.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2020). Simulasi Numerik Kerugian Energi Pada Siku Pipa. In *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)* (pp. KE22-KE30).
- Milano, J., Shamsuddin, A. H., Silitonga, A. S., Sebayang, A. H., Siregar, M. A., Masjuki, H. H., ... & Zamri, M. F. M. A. (2022). Tribological study on the biodiesel produced from waste cooking oil, waste cooking oil blend with *Calophyllum inophyllum* and its diesel blends on lubricant oil. *Energy Reports*, 8, 1578-1590.
- Muharnif, M., Syaputra, S. A., & Harahap, M. (2021). REVIEW MESIN PENGIRIS KERIPIK SINGKONG UNTUK HOME INDUSTRI. *ATDS SAINTECH JOURNAL OF ENGINEERING*, 2(2), 29-37.
- NASUTION, A. R. (2019). PENGARUH CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KEAUSAN MATA PAHAT INSERT KARBIDA PADA PROSES FACE MILLING. *ETD Unsyiah*.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(1), 16-22.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 16-22.
- Nugraha, Y. T. (2019). Analisis Perkiraan Konsumsi Energi Listrik Di Sumatera Utara Pada Tahun 2032 Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Doctoral dissertation).

- Nurdin, H., Purwantono, P., & Umurani, K. (2021). Tensile strength of welded joints in low carbon steel using metal inert gas (MIG) welding. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 21(3), 175-180.
- Panjaitan, A., Harahap, M., Syaputra, S. A., & Fadlan, M. (2021). RANCANG BANGUN DAN SIMULASI SISTEM PNEUMATIK DENGAN 1 SILINDER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. *ATDS SAINTECH JOURNAL OF ENGINEERING*, 2(2), 38-45.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.
- Rahmatullah, S. T., & Yohanes, I. APPLICATION OF VIRTUAL MANUFACTURING IN CNC TURNING OPERATIONS.
- Rahmatullah, R., Amiruddin, A., & Lubis, S. (2021). Effectiveness of CNC Turning and CNC Milling in Machining Process. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)*, 2(2), 575-583.
- Siregar, C. A., & Siregar, A. M. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 165-170.
- Siregar, C. A. (2021). Analisa Putaran Motor Mesin Sortir Jeruk Berkapasitas 800 Kg/Jam (Doctoral dissertation).
- Siregar, M. A., Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Maulana, I. (2019, November). Application of catalytic converter copper catalyst with honeycomb surfaces to reduce emissions of flue gas in motorcycles. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Siregar, C. A., Abdullah, I., & Ambarita, H. (2018, October). Kajian Peleburan dan Pembekuan Material Berubah Fasa Pada Thermal Storage. In *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* (Vol. 1, No. 1, pp. 129-136).
- Siregar, C. A. P. (2017). Kajian Peleburan dan Pembekuan Material Berubah Fasa Sebagai Thermal Storage.
- Siregar, C. A., Affandi, A., & Siregar, A. M. (2021, August). Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Di Sumatera Utara Berdasarkan Perhitungan Matematika. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 72-77).
- Siregar, C. A. (2021). Analisa Putaran Motor Mesin Sortir Jeruk Berkapasitas 800 Kg/Jam (Doctoral dissertation).
- Siregar, C. A. (2021). Analisa Numerik Rangka Mesin Sortir Jeruk Berkapasitas 800 Kg/jam" (Doctoral dissertation).
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara. *Dinamika Teknik Mesin*, 11(1), 32-38.
- Siregar, C. A. (2020). Pembuatan Alat Konversi Energi Memanfaatkan Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 107-115.
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., Affandi, A., & Amri, U. (2020). Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 56-62.
- Siregar, R. A., & Umurani, K. (2019, November). Laboratory development of low speed wind tunnel for educational purposes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 670, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- Siregar, A. M., & Siregar, C. A. (2019). Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 171-179.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara. *Dinamika Teknik Mesin*, 11(1), 32-38.
- Siregar, C. A. (2020). Pembuatan Alat Konversi Energi Memanfaatkan Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 107-115.

- Siregar, C. A., Siregar, A. M., Affandi, A., & Amri, U. (2020). Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 56-62.
- Siregar, C. A., & Lubis, S. (2020). Perencanaan Instrumen Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 63-71.
- Siregar, C. A., & Siregar, A. M. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 165-170.
- Siregar, C. A., & Siregar, A. M. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 165-170.
- Siregar, C. A. P., Siregar, A. M., & Affandi, A. (2020). STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH EFEKTIFITAS ACWH TERHADAP PANJANG PIPA KAPILER SEBAGAI PENGHANTAR PANAS. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 11(2), 363-371.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pengenalan Sistem Kerja Dan Pemberian Mesin Pencacah Botol Plastik Untuk Menambah Penghasilan Panti Asuhan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 13-18.
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Fahmi, A. (2021). Penyelidikan Aliran Panas pada APK Shell Helical Coil Bersirip dalam Aplikasi ACWH Menggunakan Ansys 15.0. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 11-16.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara. *Dinamika Teknik Mesin*, 11(1), 32-38.
- Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Perancangan Mesin Pembuat Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahae Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 45-49.
- Siregar, C. A., Affandi, A., & Siregar, A. M. (2021, August). Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Di Sumatera Utara Berdasarkan Perhitungan Matematika. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 72-77)*.
- Siregar, A. M., & Lubis, F. (2019). Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-u Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636)*.
- Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Lubis, S. (2021). Analisa Energi pada Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Model Lereng Tunggal. *Rekayasa Mesin*, 12(1), 193-201.
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636)*.
- Siregar, R. A., & Umurani, K. (2019, November). Laboratory development of low speed wind tunnel for educational purposes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 670, No. 1, p. 012059)*. IOP Publishing.
- Siregar, R. A., Umurani, K., & Mukhlas, M. (2019). Studi Eksperimen Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 158-164.
- Suherman, S., Mizhar, S., & Winoto, A. (2016). Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor. *Mekanik*, 2(1), 329136.
- Suherman, S., Hasanah, M., Ariandi, R., & Ilmi, I. (2021). PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR KARBON AKTIF PELEPAH KELAPA SAWIT. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 16(1), 1-9.

- Suherman, S., Kuncoro, H. D., Abdullah, I., & Mizhar, S. (2020). Analisa Hasil Pengelasan Baja SA333 Grade 6 Untuk Aplikasi PLTN. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 22(1), 9-17.
- Tanjung, I., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. (2020). Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 57-64.
- Tanjung, I., Nasution, A. R., Harahap, A. G., Fonna, S., Ariffin, A. K., & Huzni, S. (2021). Atmospheric Corrosion Analysis on Low Carbon Steel Plate Profile and Elbow in Medan Belawan District. In *Key Engineering Materials* (Vol. 892, pp. 142-149). Trans Tech Publications Ltd.
- Tanjung, I., Nasution, A. R., Harahap, A. G., Fonna, S., Ariffin, A. K., & Huzni, S. (2021). Atmospheric Corrosion Analysis on Low Carbon Steel Plate Profile and Elbow in Medan Belawan District. In *Key Engineering Materials* (Vol. 892, pp. 142-149). Trans Tech Publications Ltd.
- Tanjung, I., Huzni, S., & Fonna, S. (2021). Investigation the Effect of Concrete Element Size on the Potential Distribution of RC Cathodic Protection Simulation Using BEM 3D. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering* (pp. 189-198). Springer, Singapore.
- Umurani, K. (2021). Perancangan Punch Dan Dies Bentuk Mangkuk Pada Mesin Deep Drawing (Doctoral dissertation, UMSU).
- Umurani, K., & Siregar, R. A. (2019, November). Development of Dynamometer for Cutting Force Measurement in Turning Operation. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 705, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.
- Umurani, K., & Habiburrahman, H. (2019). Studi Karakteristik Variasi Jumlah Sudu Impeler Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 123-130.
- Umurani, K., Rahmatullah, R., & Rachman, F. A. (2020). Analisa Pengaruh Diameter Impeller Terhadap Kapasitas Dan Penurunan Tekanan Blower Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 48-56.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat agregat Limbah Plastik Akibat Beban Lentutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).