

**Analisa Kekuatan Sambungan Las Tig pada Roll Bar Mobil KMHE dengan Alumunium 6061 Melalui Uji Bending**

**Strength Analysis of Tig Welding Joints on KMHE Car Roll Bars Using 6061 Aluminum Through Bending Tests**

Elvan<sup>1\*</sup>, M. Sobron Yamin Lubis<sup>1</sup>, Steven Darmawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta 11440, Indonesia

\*Corresponding author: [elvan.515210015@stu.untar.ac.id](mailto:elvan.515210015@stu.untar.ac.id)

Diterima: 31-03-2025

Disetujui: 21-04-2025

Dipublikasikan: 30-04-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



**Abstrak**

Proses pengelasan merupakan proses produksi yang bertujuan untuk menggabungkan dua jenis material menjadi sebuah komponen yang dapat digunakan. Pada industri manufaktur, proses pengelasan *Tungsten Inert Gas* banyak digunakan pada proses industri yang membutuhkan ketelitian yang tinggi serta kualitas pengelasan dan hasil pengelasan yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekuatan sambungan las dengan memvariasi arus pengelasan. Penelitian ini menggunakan material aluminium 6061 sebagai bahan yang digunakan untuk mengetahui kekuatan sambungan las *Tungsten Inert Gas*. Pada penelitian difokuskan pada kekuatan sambungan las *Tungsten Inert Gas* dengan variasi arus 140 A, 160 A dan 180 A menggunakan metode pengujian menggunakan *three point bending test* untuk mengetahui variasi arus yang tepat pada proses pengelasan *Tungsten Inert Gas*. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa variasi arus 160 A dengan kekuatan sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup>, lebih baik dibandingkan dengan variasi arus 140 A 139,9 N/mm<sup>2</sup> dan 180A 192,1 N/mm<sup>2</sup> pada sambungan las *Tungsten Inert Gas*.

**Kata Kunci:** *Tungsten inert gas*, aluminium 6061, variasi arus, *three-point bending test*.

**Abstract**

The welding process is a production process that aims to combine two types of materials into a usable component. In the manufacturing industry, the *Tungsten Inert Gas* welding process is widely used in industrial processes requiring high accuracy, good welding quality, and welding results. This study compares the strength of welded joints by varying the welding current. This research uses 6061 aluminum material to determine the strength of *Tungsten Inert Gas* welding joints. The study focused on the strength of *Tungsten Inert Gas* welding joints with current variations of 140 A, 160 A, and 180 A using a testing method using a *three-point bending test* to determine the right current variation in the *Tungsten Inert Gas* welding process. This study found that the current variation of 160 A with a strength of 203.7 N/mm<sup>2</sup> is better than 140 A, 139.9 N/mm<sup>2</sup>, and 180A, 192.1 N/mm<sup>2</sup> in *Tungsten Inert Gas* welding joints.

**Keywords:** *Tungsten welding inert gas*, aluminum 6061, current variation, *three-point bending test*.

**1. Pendahuluan**

Bidang otomotif mencakup berbagai aspek seperti manufaktur, perancangan otomasi, dan teknologi material. Selain aspek teknis, dunia otomotif juga berkembang sebagai sarana hobi dan kompetisi, misalnya dalam ajang balap mobil, motor, hingga kendaraan listrik. Dalam dunia

balap, kendaraan membutuhkan berbagai komponen penting, termasuk mesin, sasis, serta perangkat keselamatan (Putra, 2009).

Salah satu komponen keselamatan yang krusial adalah roll bar. Roll bar berfungsi melindungi pengemudi saat terjadi kecelakaan, dengan cara menjaga struktur kabin agar tidak mengalami kerusakan parah yang dapat menyebabkan cedera serius (Kelkar et al., 2021). Perangkat ini dirancang untuk menyerap dan menyebarkan gaya benturan, sehingga mampu meminimalkan risiko cedera fisik. Roll bar tidak hanya digunakan pada kendaraan balap konvensional, tetapi juga menjadi komponen wajib dalam ajang kompetisi mobil hemat energi seperti Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon. Dalam kompetisi tersebut, roll bar harus memenuhi standar keselamatan tertentu, termasuk standar dari FIA dan pedoman khusus dari masing-masing ajang lomba (Kesuma, Darmawan, & Halim, 2020; Kelkar et al., 2021). Umumnya, roll bar yang digunakan dalam KMHE dan Shell Eco Marathon dibuat dari material aluminium 6061 karena sifatnya yang ringan namun kuat. Material ini membantu mengurangi bobot kendaraan tanpa mengorbankan kekuatan struktur. Proses penyambungan material aluminium 6061 biasanya dilakukan dengan metode pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas), karena dapat menghasilkan sambungan yang kuat dan presisi (Lubis et al., 2022).

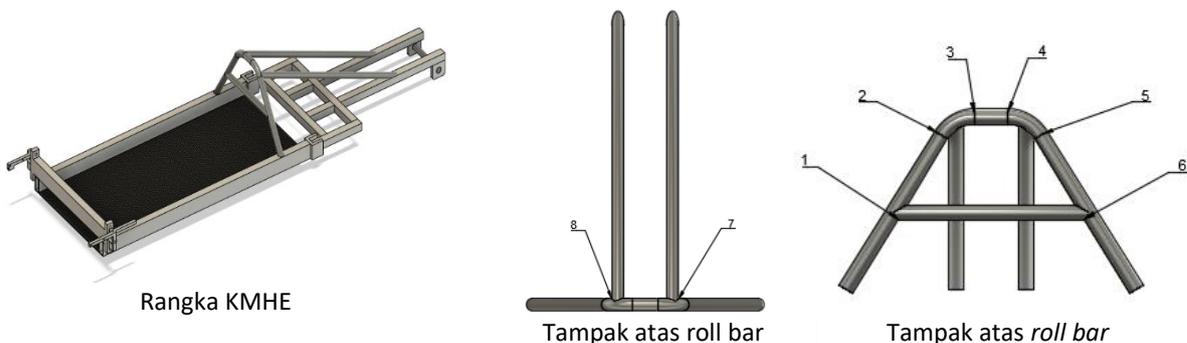
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las TIG pada material aluminium 6061 yang digunakan dalam pembuatan roll bar. Fokus utama penelitian adalah pengaruh variasi arus listrik pada proses pengelasan TIG terhadap kekuatan sambungan. Variasi arus yang diuji adalah 140 Ampere, 160 Ampere, dan 180 Ampere, dengan menggunakan uji bending untuk menilai kekuatan hasil sambungan (Iii, Kuch, & Jalmaf, 2023).

## 2. Metode Penelitian

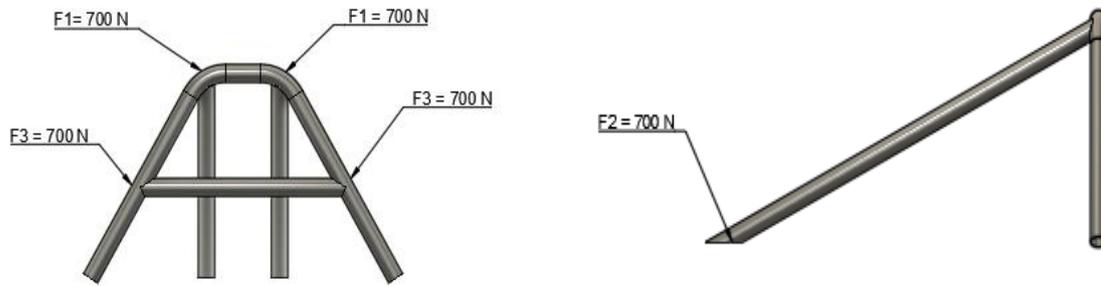
Penelitian dilakukan pada satu tempat yaitu dilaboratorium proses produksi Universitas Tarumanagara. Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan data hasil penelitian akan diolah menggunakan metode analisis. *roll bar* dibuat dengan material aluminium 6061 yang terdiri dari beberapa bagian dan terdiri dari 8 titik pengelasan dan bagian-bagian pada *roll bar* akan disatukan menggunakan metode pengelasan TIG.

### 2.1. Geometri *roll bar* dan jenis beban

Standar dan geometri pada *roll bar* merupakan sebuah proses untuk menggambarkan benda kerja yang akan dilakukan proses pengelasan dan standar pada *roll bar* yang digunakan untuk mengetahui dasar teori mengenai proses pengelasan yang sesuai dan tepat untuk dilakukan proses pengujian. Dalam penelitian ini terdapat 8 titik pengelasan pada *roll bar* yang dijelaskan pada Gambar 1 (Art 277 2013).



**Gambar 1.** Rangka dan geometri pengelasan mobil hemat energi



**Gambar 2.** Titik beban pada *roll bar*

Penjelasan jenis beban pada *roll bar* berdasarkan gambar 2a dan gambar 2b diasumsikan menerima beban gaya pada  $F_1$  dan  $F_2$  sebesar 700 N secara vertikal dan pada gambar 2b di asumsikan menerima beban gaya pada  $F_3$  sebesar 700 N secara horizontal yang diasumsikan apa bila mobil mendapatkan tabrakan dari belakang. Pembebanan dan nilai gaya yang ditampilkan didapatkan berdasarkan pedoman KMHE (Kemendikbudristek 2024).

**2.2. Parameter penelitian**

Dalam melakukan penelitian parameter penelitian diperlukan untuk mengetahui standar pengerjaan dan pengujian sebuah material yang akan dilakukan proses pengerjaan untuk mendapatkan hasil dari pengujian. Hasil pengelasan akan diuji menggunakan standar ASTM E 190 - 21 sebagai standar dalam pembuatan spesimen pengujian.

Setelah dilakukan pengelasan pada spesimen ASTM E 190 – 21 akan dilakukan pengujian *bending* untuk mengetahui nilai kekutan sambungan las dengan menggunakan metode pengelasan TIG dengan variasi arus sebesar 140 A, 160 A dan 180 A dengan menggunakan jenis kampuh V sebagai jenis sambungan pengelasan. Dalam proses pengambilan data dilakukan oleh oleh penulis yang dibimbing oleh laboran proses produksi Universitas Tarumanaga. Pengambilan data dilakukan dengan 3 kali pengelasan untuk satu variasi arus, hal tersebut dilakukan untuk memastikan data sesuai dan tepat.

**2.2.1. Parameter pengelasan**

Dalam melakukan pengelasan parameter pengelasan diperlukan untuk mengetahui standar pengerjaan yaitu:

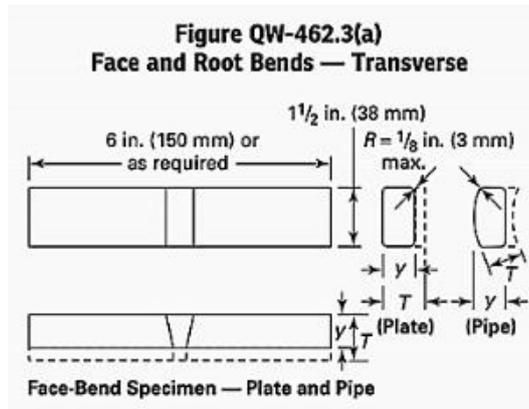
**Tabel 1.** Parameter Pengelasan

Parameter	Keterangan
Arus	140A, 160A, 180A
Gas pelindung	Argon
Tekanan gas	15 L/menit
Tipe elektroda	Elektroda tungsten murni
Posisi pengelasan	1G
Diameter elektroda	2,4 mm
Jenis elektroda	E 5356

**2.2.2. Bentuk spesimen**

Dalam proses pengujian *bending* dimensi spesiemen yang akan digunakan dalam proses pengujian :

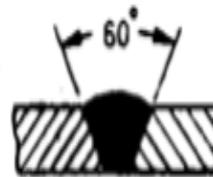
- Overall Length (L)* : 150 mm
- Width (W)* : 12,5 mm
- Thickness (T)* : 10 mm



Gambar 3. ASTM E 190 - 21

2.2.3. Jenis kampuh

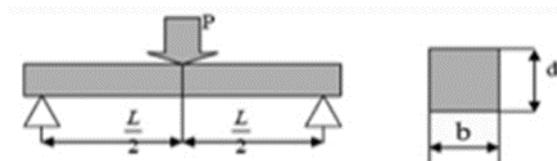
Tipe sambungan las yang dipakai pada penelitian ini *Butt Joint*. Penelitian ini menggunakan tipe sambungan *single V-butt joint* dengan sudut kampuh 60°.



Gambar 4. V-butt joint

2.3. Pengujian bending

Pengujian *bending* 3 titik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tekuk pada spesimen ASTM E 190 – 21. pengujian *bending* adalah cara pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekan seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pengujian *bending* dilakukan spesifikasi mesin *bending test* Shimadzu UMH – 30 dengan kapasitas sebesar 30.000 Kgf. Pengujian *bending* spesimen akan diberi beban pada satu titik, yaitu tepat pada bagian tengah batang. Pada metode ini, pembebanan harus tepat berada pada bagian tengah batang agar momen yang didapatkan adalah momen maksimum(Pradeep Dev et al. 2016).



Gambar 5. Three point bending test

Rumus yang digunakan :

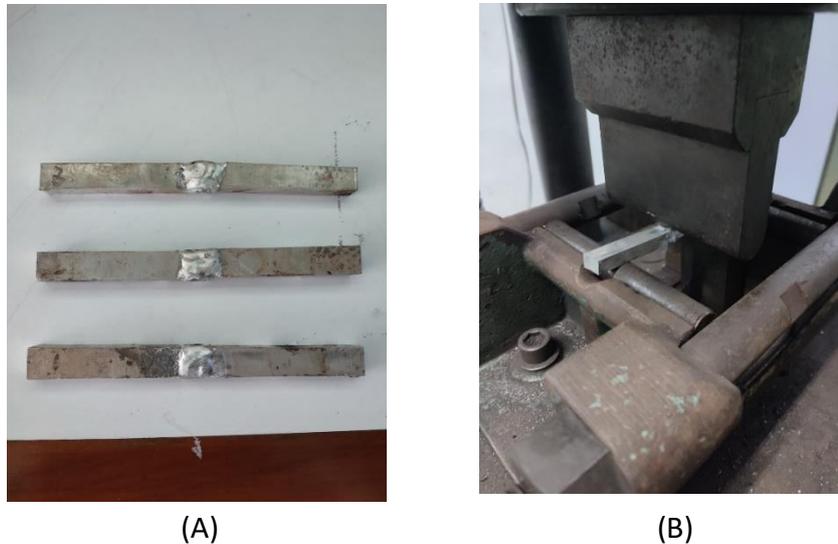
$$\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times W \times T^2}$$

Dimana:

- $\sigma$  = Kekuatan *Bending* (N/mm<sup>2</sup>)
- $P$  = Beban Tekan atau Gaya (N)
- $L$  = Jarak dua titik tumpuan (mm)
- $W$  = Lebar *specimen* (mm)
- $T$  = Tebal *specimen* (mm)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian *bending test* dilakukan menggunakan standar ASTM E 190 – 21 yang bertempat dilaboratorium proses produksi Universitas Tarumanagara, Jakarta. Pengujian *bending* dapat dilakukan setelah selesai melakukan proses pengelasan pada material alumunium 6061, pada pengujian *bending test* akan didapatkan hasil dari kekuatan *bending test* (N/mm<sup>2</sup>), yang akan menjadi acuan untuk proses pembuatan *roll bar* KMHE dengan metode pengelasan TIG dengan material alumunium 6061.



**Gambar 6.** (A) Hasil pengelasan dan (B) Proses uji *bending*

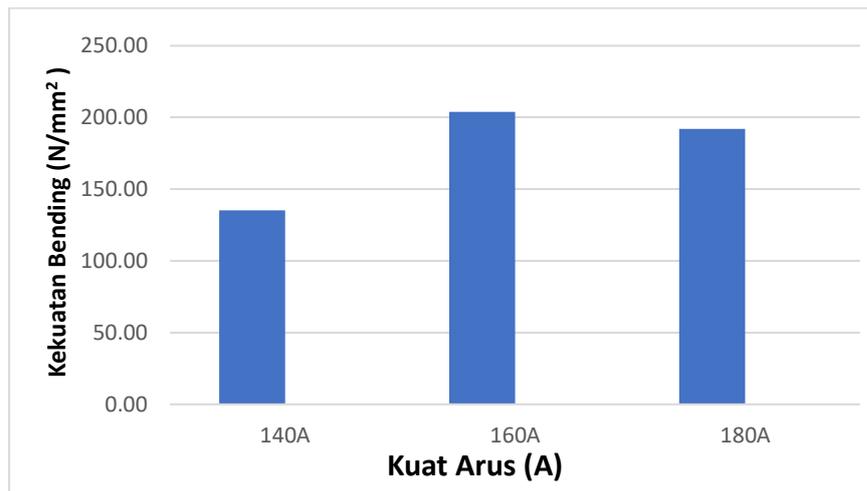
**Tabel 2.** Hasil Pengujian *Bending Test*

Spesimen	140 A	160 A	180 A
Panjang (mm)	150	150	150
Lebar (mm)	12,5	12,5	12,
Tebal (mm)	10	10	10
Force (kgf)	115	173,3	163,3
Force (N)	1166,2	1698,3	1600,3
Jarak dua titik tumpuan (mm)	100	100	100
Kekuatan <i>bending</i> (N/mm <sup>2</sup> )	139,9	203,7	192,1

Grafik hasil pengujian digunakan untuk mempermudah membaca data pada tabel hasil pengelasan. Pada grafik hasil pengujian kekuatan sambungan las TIG pada *roll bar* mobil KMHE dengan pengujian *bending test* pada alumunium 6061 didapatkan hasil perbedaan kekuatan *bending test* dengan variasi arus pengelasan yang berbeda grafik dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 pada arus 140 A dengan jenis kampuh V didapatkan nilai 139,9 N/mm<sup>2</sup> pada kuat arus 140 A dan kuat arus pada 160 A mendapatkan nilai 203,7 N/mm<sup>2</sup> dan pada kondisi 180 A 191,1 N/mm<sup>2</sup> berdasarkan grafik hasil pembahasan kuat arus sebesar 160 A mendapatkan nilai tertinggi dengan kekuatan *bending* sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup>. Dari data pengujian *bending* pada Tabel 2. diatas didapatkan data hasil kekuatan *bending* dengan variasi arus pengelasan dan jenis kampuh pengelasan yang sama. Kekuatan *bending* pada arus 140 A memiliki tegangan *bending* sebesar 139,9 N/mm<sup>2</sup> sedangkan pada arus pengelasan dengan 160 A memiliki tegangan *bending* sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup> dan pada arus 180 A memiliki tegangan *bending* sebesar 192,1 N/mm<sup>2</sup>.

Kemudian pada arus pengelasan 160 A terjadi kenaikan tegangan *bending*. Kenaikan tegangan *bending* pada arus pengelasan arus 160 A pada jenis kampuh V tegangan *bending*

sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup> sedangkan pada aliran arus 180 A terjadi penurunan kekuatan *bending* di bandingkan dengan arus 160 A menjadi 192,1 N/mm<sup>2</sup> pada arus 180 A.



**Gambar 7.** Grafik hasil pengujian *bending*

Kekuatan arus 160 A menjadi variasi arus yang terbaik dapat disebabkan dari beberapa faktor bisa terjadi karena panas yang dihasilkan dari variasi arus sebesar 160 A menjadi paling optimal dibandingkan dengan variasi 140 A dan 180 A dan panas menjadi faktor yang cukup menentukan dari hasil pengelasan dikarenakan suhu yang tinggi dapat mengubah struktur komposisi material aluminium 6061 (Iii, Kuch, and Jalmaf 2023). Jadi, dapat disimpulkan arus yang baik untuk pengelasan material aluminium 6061 dengan elektroda E 5356 dengan diameter 2,4 mm ialah arus 160 A dengan jenis kampuh V, karena memiliki tahanan yang optimum.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan metode eksperimental yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *roll bar* pada KMHE harus mampu menerima beban secara horizontal dan vertikal sebesar 700 N berdasarkan pedoman KMHE. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil *bending test* dengan variasi kuat arus 140 A sebesar 139,9 N/mm<sup>2</sup> kuat arus 160 A sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup> dan kuat arus 180 A sebesar 192,1 N/mm<sup>2</sup> Kekuatan tertinggi pada sambungan las pada aluminium 6061 dengan pengelasan TIG didapatkan dengan variasi arus pengelasan sebesar 160 A dengan jenis kampuh V yang mendapatkan nilai sebesar 203,7 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan grafik hasil pengujian disarankan menggunakan variasi arus 160 A dalam pengelasan *roll bar* pada aluminium 6061 untuk mencapai kekuatan optimal. Sebagai saran pengembangan dikarenakan pada penelitian ini memfokuskan pada uji *bending* karena penelitian ini digunakan sebagai acuan pengelasan pada *roll bar* akan mendapatkan beban *bending*, maka dapat dilakukan pengujian tambahan seperti uji tarik dan uji mikrostruktur untuk memastikan memvalidasi data secara menyeluruh.

#### Daftar Pustaka

- Art 277, Appendix J. 2013. "Article 277 Règlement Technique Formule Libre Free Formula Technical Regulations (Groupe E / Group E)." 1–10.
- Budi, Sigit Setijo, Andre Budhi Hendrawan, and Muhammad Khumaidi Usman. 2024. "Desain Lower Arm Model Double Wishbone Mobil Listrik PHB Menggunakan Finite Element Metode." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3 (3): 73–78. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i3.139>.
- Buntu Lobo, Osmar, Taufik Keledar, Samlan Keliolan, and Irfan Dfinubun. 2024. "Variasi Putaran

- Spindel Mesin Bubut 1000A Mempengaruhi Hasil Uji Tarik dan Waktu Pengelasan pada Las Gesek." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3 (2): 62–68. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i2.108>.
- Iii, Senastitan, Arnold Kuch, and Yeremia Jalmaf. 2023. "Analisis Pengaruh Variasi Besar Arus dan Kecepatan Pengelasan terhadap Pengujian Tekuk / Bending dan Struktur Makro pada Material Aluminium 6061 dengan Proses Pengelasan TIG (GTAW)." *Senastitan*, no. Senastitan III: 1–10.
- Kelkar, Sachin Sunil, Puneet Gautam, Shubham Sahai, Prajwal Sanjay Agrawal, and R. Manoharan. 2021. "A Detailed Study on Design, Fabrication, Analysis, and Testing of the Anti-Roll Bar System for Formula Student Cars." *SN Applied Sciences* 3 (3): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04279-z>.
- Kemendikbudristek. 2024. "Pedoman Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) Perguruan Tinggi 2024."
- Kesuma, Poppy, Steven Darmawan, and Agus Halim. 2020. "Aerodynamics Analysis of Mobil Irit Tarumanagara Using CFD Method." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1007 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1007/1/012032>.
- Lubis, Sobron Yamin, Sofyan Djamil, Rosehan Rosehan, Harley Anugrah, and Kevin Raynaldo. 2022. "Analisis Kekuatan Tarik Sambungan Plat Aluminium AA 5083 pada Proses Spot Welding." *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan* 6 (2): 241–48. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v6i2.13298>.
- Mulyadi, M. 2022. "Analisa Sifat Mekanis Komposit Epoksi/Partikel Silika dari Ekstraksi Sekam Padi: Bagian II: Pemodelan." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (1): 75–80. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i1.13>.
- Pasaribu, Muhammad Nuh Hudawi, Eswanto Eswanto, and Muchsin Harahap. 2024. "Pelatihan Keterampilan Pengelasan Las Listrik Busur Manual bagi Masyarakat di Desa Bandar Bayu, Serdang Bedagai-Sumatera Utara." *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)* 2 (1): 7–12. <https://doi.org/10.56862/irajpkm.v2i1.104>.
- Pradeep Dev, G., P. Sam Livingston, M. Shunmuganathan, R. Surendar, A. Siva Subramanian, A. Simon Christopher, and K. C. Ganesh. 2016. "Analysis of 6061 Aluminium Alloy Sheet Metal Bending Process for Various Thickness Using Finite Element Modelling." *International Journal of Theoretical and Applied Mathematics* 2 (2): 93–99. <https://doi.org/10.11648/j.ijtam.20160202.20>.
- Putra, Wijaya. 2009. *Buku Ajar Proses Manufaktur*. Surabaya: Universitas Wijaya Putra.