

**RANCANG BANGUN MESIN SCROLL BENDING MENGGUNAKAN
PENGGERAK
MOTOR LISTRIK 2 HP UNTUK PRODUKSI ORNAMEN PAGAR**

**Eko Saputra¹⁾, Gutomo²⁾, Carli³⁾, Nur Fatowil Aulia⁴⁾, Showi Nailul Ulum⁵⁾,
Wahyono⁶⁾, Sugeng Iriyanto⁷⁾, Bah Evan⁸⁾, Yuris Bahadur Wirawan⁹⁾**

1,2,3,4,5,6,7,8,9 Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Semarang
Jl. Prof Sudarto Tembalang, Kota Semarang, 5027
E-mail: bah.evan@polines.ac.id

Abstrak

Banyak pengrajin pagar masih membuat ornamen secara manual, sehingga prosesnya memerlukan tenaga besar, waktu lama, dan kurang efisien. Untuk meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi, dirancang mesin scroll bending berdasarkan survei lapangan di bengkel Mukti Jaya, wawancara dengan pembuat pagar, serta studi literatur. Mesin ini mampu membentuk ornamen dari baja nako 10×10 mm dan plat strip 30×5 mm. Hasil pengujian menunjukkan mesin dapat memproduksi spiral Ø80 mm (235 buah/jam), spiral Ø120 mm (116 buah/jam), bentuk segi (99 buah/jam), dan zig-zag (93 buah/jam) dengan tingkat keberhasilan 76,19%.

Kata kunci: *Mesin Scroll Bending Ornamen Pagar Efisiensi Produksi*

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan eksterior rumah di Kota Semarang tidak bisa dipungkiri semakin bertambah karena semakin banyaknya jumlah warga yang ada di Semarang membutuhkan tempat untuk tinggal. Eksterior rumah menjadi salah satu kepentingan pokok yang diperlukan, sentuhan keindahan ornamen-ornamen berbagai macam bentuk yang tentunya juga mendukung segi keamanan juga banyak digunakan dalam pembangunan rumah seperti pagar besi, teralis jendela, tangga rumah, dan lain-lain oleh karena itu banyak masyarakat yang membutuhkan jasa untuk membuat eksterior rumah terutama pagar besi yang sesuai keinginan mereka[1], [2].

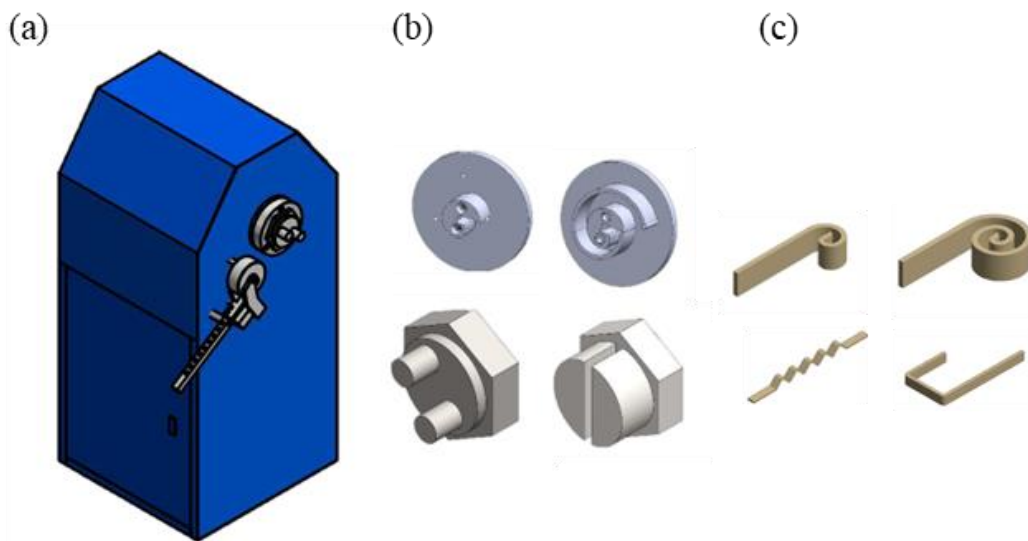
Salah satu proses untuk pembuatan ornamen-ornamen berbagai macam bentuk pada eksterior rumah terutama pagar besi adalah proses bengkok (bending/scroll bending)[3], [4]. Metode yang tepat dalam proses pembentukan ornamen sangat dibutuhkan dikalangan bengkel pengrajin eksterior rumah[5], [6]. Hasil observasi di UMKM Bengkel Mukti Jaya, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang didapatkan data bahwa proses

proses pembentukan ornamen eksterior rumah terutama pada pagar besi menggunakan metode scroll bending manual.

Metode tersebut memiliki beberapa kelemahan, antara lain waktu pengerjaan yang lama serta hasil yang kurang presisi[7]. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti peralatan, metode, material, manusia, dan lingkungan[8]. Dari sisi peralatan, fasilitas penunjang masih terbatas; misalnya di bengkel Mukti Jaya hanya tersedia dua besi cor sebagai tumpuan dan sebuah pipa besi sebagai penjepit benda kerja yang akan dibengkokkan.

Metode kerja juga kurang efisien karena seluruh proses masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan tenaga fisik yang besar. Selain itu, semakin tebal material yang dikerjakan, semakin besar pula tenaga yang diperlukan untuk melakukan scroll bending[9]. Faktor lingkungan turut memengaruhi, karena penggunaan pipa besi panjang sebagai tuas pembengkok membutuhkan ruang gerak yang cukup luas[10]. Akibatnya, ketika dilakukan bersamaan dengan pekerjaan lain, proses scroll bending manual dapat mengganggu aktivitas yang ada di area kerja tersebut.

Berdasarkan masalah tersebut muncul kebutuhan akan suatu alat untuk membantu proses pembentukan ornamen eksterior rumah terutama pagar besi yang menghemat waktu, mempunyai tingkat kepresisian yang lebih tinggi dari metode manual dengan menggunakan mesin pembengkok yang memanfaatkan tenaga dari motor listrik sebagai penggerak utamanya. Mesin ini dilengkapi dengan berbagai bermacam bentuk jig yang dapat menghasilkan macammacam bentuk sesuai kebutuhan yang ada.

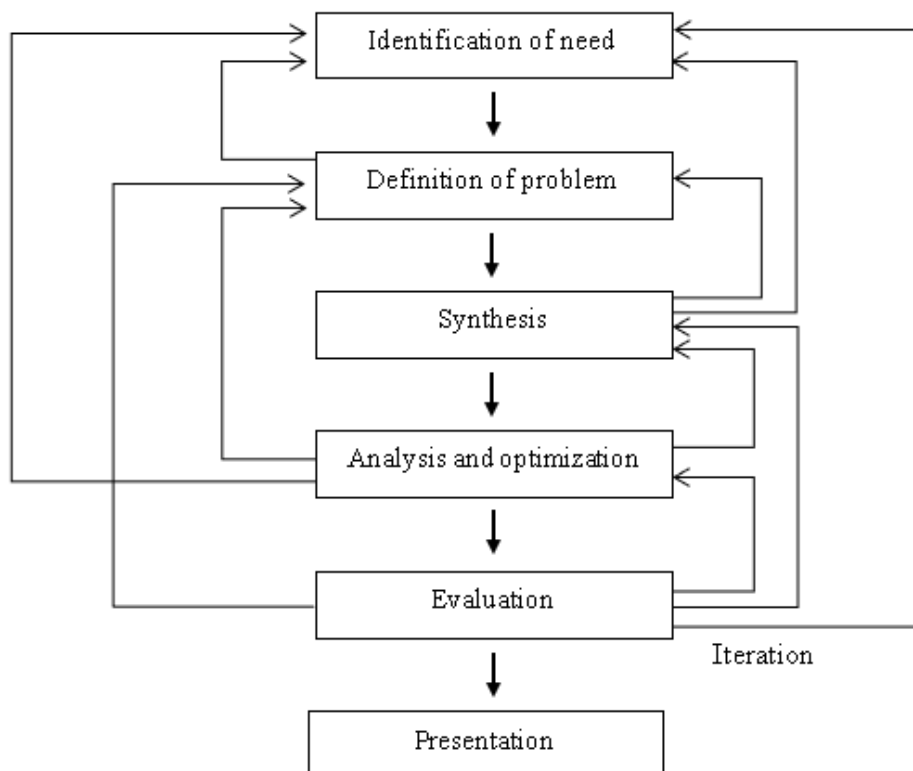


Gambar 1. (a) Desain Mesin Scroll Bending, (b) Desain Jig, dan (c) Hasil Bending

METODE

Material merupakan segala sesuatu yang tersusun dari suatu bahan dan digunakan sebagai dasar dalam proses pembuatan produk[11]. Secara umum, material dapat dipahami sebagai bahan baku yang diolah oleh industri, baik yang diperoleh melalui pembelian lokal, impor, maupun hasil pengolahan internal[12]. Berdasarkan pengertian tersebut, material dapat disimpulkan sebagai sekumpulan bahan yang diproses untuk menghasilkan suatu produk atau barang jadi yang memiliki nilai guna lebih tinggi[13].

Dalam perancangan sistem ini, pemilihan material dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan, ketahanan, dan kesesuaian fungsi komponen. Rangka mesin menggunakan baja struktural ASTM A36 yang dikenal memiliki sifat mekanik baik dan mudah dilas[14]. Plat penutup dipilih dari material JIS 3101 SS400 karena memiliki ketangguhan memadai untuk aplikasi pelat struktural[15]. Untuk jig, digunakan baja perkakas Bohler K100 yang memiliki kekerasan dan ketahanan aus tinggi sehingga mampu menjaga presisi bentuk[16]. Poros jig dibuat dari material DIN E355 yang memiliki ketangguhan serta kemampuan menahan beban dinamis[17]. Sementara itu, benda kerja yang dibentuk menggunakan material baja karbon DIN S235 yang umum digunakan dalam aplikasi fabrikasi dan mudah dibentuk pada proses scroll bending[18].



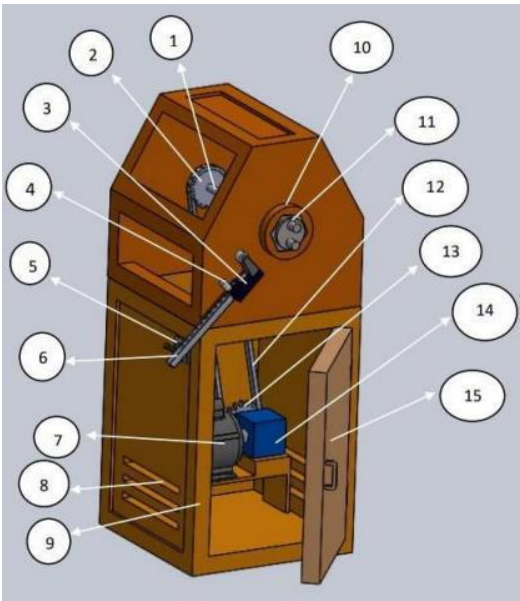
Gambar 2. Proses Perancangan Shigley's

Metodologi perancangan dan pembuatan Mesin Scroll Bending mengikuti diagram alir pada Gambar 1.2 metode Shigley's : (1) Identifikasi kebutuhan yaitu melakukan analisa kebutuhan terkait dengan spesifikasi mesin yang akan digunakan, (2) Perumusan masalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mendefinisikan masalah adalah definisi masalah harus spesifik dan harus meliputi semua spesifikasi yang terdiri dari masukan dan keluaran jumlah, karakteristik, dimensi ruang yang harus ditempati objek serta batasan jumlah (3) Tahap berikutnya adalah tahap sintesis yang merupakan tahap untuk menemukan beberapa konsep atau desain konsep. Berbagai konsep harus diajukan, diinvestigasi, dikuantifikasi dan kemudian dilakukan analisa untuk menilai apakah kinerja sistem yang diusulkan memuaskan atau lebih baik, dan jika memuaskan kira-kira seberapa baik kinerjanya (4) Analisis ini meliputi analisis gaya, tegangan, deformasi, getaran, dan lain-lain. Pada tahap ini dilakukan analisa perhitungan terhadap mesin ini berdasarkan perhitungan gaya, tegangan, torsi, kapasitas dan lainnya. (5) Tahap evaluasi merupakan bukti akhir dari sebuah kesuksesan desain dan biasanya melibatkan pengujian di laboratorium untuk mengetahui apakah desain mampu memenuhi kebutuhan dan dapat diandalkan (6) Presentasi langkah akhir dari proses perancangan adalah langkah presentasi, yaitu kegiatan menyusun dokumen dalam bentuk gambar lengkap atau gambar kerja, daftar komponen, dan informasi lainnya.

HASIL KEGIATAN

Penerapan Teknologi Tepat Guna Mesin Scroll Bending untuk Produksi Pagar

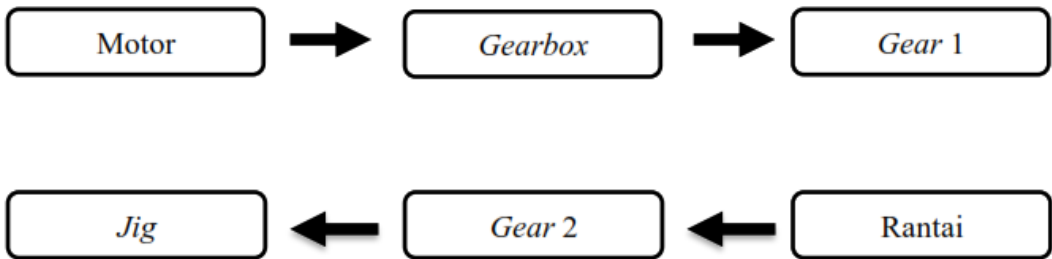
Pembuatan desain mesin scroll bending untuk produksi pagar , mengacu pada bengkel jasa pembuatan pagar yang masih membengkokkan besi untuk membuat pagar secara manual. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan tentang cara membengkokkan besi untuk membuat pagar secara manual, terdapat kelemahan bahwa kurang efisiennya waktu yang dibutuhkan karena terlalu lama dan harus memerlukan usaha yang dapat menguras tenaga dari para pekerja untuk membuat pagar. Berdasarkan kelemahan tersebut, didesain sebuah mesin yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan dan mampu menghasilkan kualitas hasil pembengkokkan yang lebih baik. Desain yang kami pilih tersaji pada gambar dibawah.



Gambar 3. Desain Mesin Scroll Bending

- Keterangan :
- | | | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| 1. Poros tetap | 4. Pengunci setelan | 7. Motor listrik (2 HP) | 10. Dudukan Jig | 13. Gear 2 (1:1,5) |
| 2. Gear 1 (1:1,5) | 5. Saklar ON & OF | 8. Ventilasi udara | 11. Jig | 14. Gearbox (1:60) |
| 3. Penggerak setelan | 6. Batang seting tetap | 9. Rangka | 12. Rantai (RS60) | 15. Pintu |

Prinsip kerja dari desain yang kami pilih yaitu :



Gambar 4. Diagram Prinsip Kerja Desain

Prinsip kerja alternatif desain 1 ini menggunakan rantai dengan penggerak motor listrik. Putaran diawali dengan motor yang memutar gearbox yang dihubungkan langsung dengan motor. Gearbox yang terhubung dengan gear 1 akan menggerakkan rantai sehingga putaran diteruskan ke gear 2. Gear 2 akan menggerakkan jig yang terhubung dengan poros seperti yang ditunjukkan Jig yang berputar dapat digunakan untuk membentuk benda kerja sesuai keinginan.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Scroll Bending

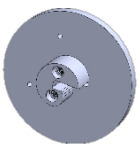
Jenis motor penggerak	Motor listrik 1 fasa, 50 [Hz], 7,25 [A]
Daya motor listrik	2 [HP]
Putaran motor listrik	1400 [rpm]
Ukuran jig	Ø150 [mm] x 60 [mm] dan Ø100 [mm] x 60[mm]
Dimensi mesin	50 [cm] x 50 [cm] x 120 [cm]
Berat mesin	83 [kg]
Bahan	Baja Bohler K100, JIS G3101, Baja Profil L, dan Poros E335
Kapasitas produksi	a) Jig ornamen spiral Ø80 mm = 235 buah/jam b) Jig ornamen spiral Ø120 mm = 116 buah/jam c) Jig persegi = 99 buah/jam d) Jig tautan = 93 bua

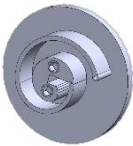
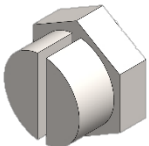
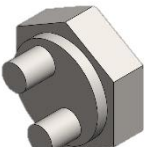
Setelah melakukan perancangan mesin Scroll Bending, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan proses pembuatan mesin. Gambar 3 merupakan bentuk mesin scroll bending yang telah berhasil dibuat. Pengujian dilakukan untuk melihat hasil kinerja rancangan mesin. Pengujian dilakukan melalui 2 tahap yaitu tahap pertama pengujian elektrik dan tahap kedua pengujian mekanik.

1. Pengujian elektrik, dilakukan guna mengetahui kontrol elektrik, motor listrik dan semua komponen lainnya apakah bekerja dengan baik dan benar sesuai dengan yang dikehendaki.
2. Pengujian mekanik, dilakukan dengan menggunakan beban pada jig berupa baja plat strip [30 mm] x [5 mm] dan baja nako [10 mm] x [10 mm], dengan variasi massa input, waktu dan kapasitas.

Berdasarkan hasil dari pengujian terhadap mesin scroll bending yang kami buat, menghasilkan presentase sebagai berikut:

Tabel 2. Presentase Keberhasilan Mesin

Jenis Jig	Benda Kerja	Ukuran (mm)		
	Plat Strip	3 x10	5 x 30	4 x 40
	Tingkat Keberhasilan %	100 %	100 %	100 %
	Baja Nako	9 x 9	10 x 10	12 x 12
	Tingkat Keberhasilan %	100 %	100 %	100 %
	Plat Strip	3 x10	5 x 30	4 x 40

	Tingkat Keberhasilan %	100 %	100 %	100 %
	Baja Nako	9 x 9	10 x 10	12 x 12
	Tingkat Keberhasilan %	0 %	0 %	0 %
	Plat Strip	3 x10	5 x 30	4 x 40
	Tingkat Keberhasilan %	80 %	75 %	35 %
	Baja Nako	9 x 9	10 x 10	12 x 12
	Tingkat Keberhasilan %	100 %	100 %	0 %
	Plat Strip	3 x10	5 x 30	4 x 40
	Tingkat Keberhasilan %	100 %	100 %	100 %
	Baja Nako	9 x 9	10 x 10	12 x 12
	Tingkat Keberhasilan %	100 %	85 %	40 %

Berdasarkan hasil pengujian, jig pembentuk dengan diameter kecil dinilai sesuai untuk seluruh ukuran plat strip maupun baja nako, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Untuk jig pembentuk diameter besar, penggunaannya cocok untuk semua jenis plat strip, namun tidak sesuai untuk baja nako karena celah jig tidak cukup besar untuk menampung dimensinya.

Jig pembentuk bentuk persegi dapat digunakan pada semua ukuran plat strip, tetapi kurang optimal untuk baja nako dengan dimensi lebih dari 10 mm × 10 mm akibat keterbatasan lebar celah jig. Selain itu, semakin besar luas penampang benda kerja, kualitas hasil pembentukan menurun karena terdapat bagian material yang tidak sepenuhnya tertekan oleh jig.

Adapun jig pembentuk pola zig-zag dapat diaplikasikan pada semua ukuran plat strip maupun baja nako, tetapi memerlukan keterampilan operator yang memadai agar bentuk yang dihasilkan sesuai dengan rancangan yang diinginkan.

Pelatihan Pengoperasian Mesin *Scroll Bending*

Sebagai bagian dari kegiatan transfer *knowledge*, pelatihan pengoperasian mesin *scroll bending* diberikan kepada mitra. Pelatihan diawali dengan penjelasan umum mengenai spesifikasi mesin serta fungsi dari setiap komponen yang terdapat di dalamnya. Selanjutnya, mitra diberi pemahaman mengenai prosedur pengoperasian mesin, mulai dari tahap menyalakan mesin, mengatur penggerak setelan, memasang jig padaudukan, memasang benda kerja pada jig, mengatur bentuk serta radius lengkungan sesuai jig,

hingga prosedur penanganan hasil pembentukan, seperti terlihat pada Gambar 5. Dokumentasi tim Polines bersama mitra ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Pelatihan Pengoperasian Mesin *Scroll Bending* ke Mitra



Gambar 6. Foto Tim Pengabdian Politeknik Negeri Semarang bersama Mitra.

SIMPULAN

Hasil luaran yang telah tercapai dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat kompetitif, antara lain (1) terjalinnya kerjasama antara tim pengabdi dan mitra pengrajin ornamen pagar, yang berada di Dinar Elok, Kel. Meteseh, Kec. Tembalang, Semarang, (2) Aspek teknis produksi telah diselesaikan dengan meningkatkan produktivitas melalui penerapan mesin *scroll bending* untuk membantu membuat ornamen pagar yang berbentuk kompleks serta pelatihan penggunaan mesin tersebut. Mesin ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas. (3) Keseluruhan rangkaian kegiatan

pengabdian kepada masyarakat ini dapat memberikan dampak positif terhadap mitra sebagai upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan pada P3M Politeknik Negeri Semarang yang telah mendanai pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan pihak mitra pengrajin ornamen pagar yang telah memberikan izin serta membantu menyediakan tempat pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. H. Saputro and M. Fachrie, "Development of A Mobile-Based Application for Ordering House Interior and Exterior Designs," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 3, no. 3, pp. 443–448, Dec. 2023, doi: 10.35870/ijsecs.v3i3.1858.
- [2] N. Yamamoto, K. Hirao, T. Yoshida, and C. Murosaki, "Exterior design of main houses with regard to building layout in rural house compounds in special preservation areas for historic landscape," *JAPAN ARCHITECTURAL REVIEW*, vol. 7, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.1002/2475-8876.12455.
- [3] G. M. Elrayies, "Architectural ornaments in the twenty-first century: An analytical study," in *Cities' Identity Through Architecture and Arts*, London: Routledge, 2018, pp. 9–25. doi: 10.1201/9781315166551-2.
- [4] S. Hedges, "Interior Decoration to Exterior Surface: The Beleaguered Relief," *Interiority*, vol. 2, no. 1, pp. 79–93, Jan. 2019, doi: 10.7454/in.v2i1.45.
- [5] L. Daglio and S. Kousidi, "From Ornament to Building Material: Revisiting the Aesthetics and Function of Green Architecture," *Arts*, vol. 12, no. 1, p. 12, Jan. 2023, doi: 10.3390/arts12010012.
- [6] A. Benjamin, "Surface effects: Borromini, Semper, Loos," *The Journal of Architecture*, vol. 11, no. 1, pp. 1–36, Feb. 2006, doi: 10.1080/13602360600636099.
- [7] Purwanto, S. Nurdin, A. Kusumawardhani, R. N. I. Dinnullah, and R. Mujaini, "Perancangan Alat Rol Pelat Besi Siku Sebagai Pembuatan Bracket Penyangga Tabung Gas LPG Skala Industri Rumahan," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 110–118, Jul. 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1399.
- [8] M. A. Suyuti, M. Iswar, R. Nur, and E. Erniyanti, "Desain Konstruksi Press Tool Sebagai Alat Bending Bentuk V Dengan Garis Bending Max. 300mm," *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, vol. 17, no. 1, pp. 48–56, Dec. 2019, doi: 10.31963/sinergi.v17i1.1592.
- [9] T. Li, C. Ma, C. Xue, H. Gui, M. Shuai, and Z. Chu, "Study on the Influence of Thickness on the Pre-Bending Process of the JCOE Forming Plate Edge of Nickel-Based Alloy N08810," *Metals (Basel)*, vol. 14, no. 9, p. 1032, Sep. 2024, doi: 10.3390/met14091032.

- [10] R. Srinivasan and G. Karthik Raja, "Experimental study on bending behaviour of aluminium-copper clad sheets in V-bending process," *Mechanics & Industry*, vol. 20, no. 6, p. 618, Dec. 2019, doi: 10.1051/meca/2019059.
- [11] M. Srivastava, S. Rathee, V. Patel, A. Kumar, and P. G. Koppad, "A review of various materials for additive manufacturing: Recent trends and processing issues," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 21, pp. 2612–2641, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jmrt.2022.10.015.
- [12] L. Al-Shwaf and J. E. Bell, "Raw Material Supply Risks: Examining Extraction and Geopolitical Conflict," *Transportation Journal*, vol. 64, no. 2, Mar. 2025, doi: 10.1002/tjo3.70006.
- [13] I Gede Sena Winaya, Ade Tiara Yulinda, Islamuddin, and Asep Indra Gunawan, "THE EFFECT OF WORK MOTIVATION, COMMUNICATION, AND WORK DISCIPLINE ON EMPLOYEE PERFORMANCE ON PT. JNE EXPRESS BENGKULU (Case Study of PT. JNE Express Bengkulu)," *Jurnal Ilmiah Akuntansi, Manajemen dan Ekonomi Islam (JAM-EKIS)*, vol. 8, no. 2, pp. 986–997, May 2025, doi: 10.36085/jamekis.v8i2.7968.
- [14] P. Preedawiphat *et al.*, "Mechanical Investigations of ASTM A36 Welded Steels with Stainless Steel Cladding," *Coatings*, vol. 10, no. 9, p. 844, Aug. 2020, doi: 10.3390/coatings10090844.
- [15] M. Muslimin, A. M. Muhamad, F. Triawan, and A. B. D. Nandiyanto, "Surface characteristics of low carbon steel JISG3101SS400 after sandblasting process by steel grit G25," *Journal of Engineering Research*, vol. 10, no. 2, pp. 193–204, Jun. 2022, doi: 10.36909/jer.10091.
- [16] J. Zeisig, V. Shtefan, L. Giebeler, U. Kühn, A. Gebert, and J. K. Hufenbach, "A Newly Designed High-Strength Tool Steel with High Wear and Corrosion Resistance," *Materials*, vol. 16, no. 5, p. 1941, Feb. 2023, doi: 10.3390/ma16051941.
- [17] H. Küçüköner, H. Karakoç, and N. Kahraman, "Investigation of microstructure and mechanical properties of AISI2205/DIN-P355GH steel joint by submerged arc welding," *J Manuf Process*, vol. 59, pp. 566–586, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jmapro.2020.10.023.
- [18] V. Tsonev, N. Nikolov, and Y. Marcheva, "Influence of plastic deformation of S235JR steel rods on their mechanical properties and corrosion behavior in NaCl

solution,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 234, p. 04001, Nov. 2018, doi: 10.1051/matecconf/201823404001.