



## Perancangan Mesin *Hot press* Untuk Pengolahan Limbah Sampah Plastik Menjadi Produk *Plastic Sheet*

### *Hot press Machine Design For Processing Plastic Waste Into Plastic Sheet Products*

Helfran Simangunsong<sup>1</sup>, Tino Hermanto<sup>1\*</sup> dan Tiochanra Purba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan Estate, Sumatera Utara, 20223, Indonesia

\*Corresponding author: [tinohermanto@staff.uma.ac.id](mailto:tinohermanto@staff.uma.ac.id)

Diterima: 25-11-2024

Disetujui: 15-12-2024

Dipublikasikan: 30-12-2024

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



#### Abstrak

Limbah sampah plastik merupakan isu penting yang mendasari perancangan mesin *hot press*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin *hot press* yang mampu mengelola limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* serta mengevaluasi aspek keamanan dan keselamatan kerja dalam pengoperasiannya. Metode yang digunakan adalah perancangan berbasis perangkat lunak SolidWorks dengan teknik pengumpulan data rancangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) kapasitas beban kritis besi hollow mencapai 4019,23 kN, (2) tekanan pegas sebesar 100.000 Pa, (3) tekanan dongkrak sebesar 5,3 MPa, (4) konsumsi daya listrik mesin *hot press* adalah 2,22 kW, dan (5) daya listrik untuk 10 pemanas cartridge sebesar 1.472,42 Watt. Tekanan cetakan sebesar 2,20 kN dengan luas area 4,16 cm<sup>2</sup>, ketebalan *plastic sheet* 10 mm, dan kerapatan mencapai 950 kg/m<sup>3</sup>. Kesimpulannya, dimensi rangka mesin adalah 600 mm x 600 mm x 1200 mm menggunakan besi hollow 40 mm x 40 mm. Evaluasi keselamatan kerja menekankan pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD), kepatuhan terhadap prosedur pengoperasian, dan kesiapan menghadapi keadaan darurat.

**Kata Kunci:** Mesin *hot press*, Perancangan, *Plastic sheet*, Pemanas cartridge.

#### Abstract

Plastic waste is a critical issue underlying the design of the hot press machine. This study aims to design a hot press machine capable of processing plastic waste into plastic sheet products and evaluate the safety and operational aspects of the machine. The method employed involves designing modelling using SolidWorks software and collecting data on the machine's design specifications. The results indicate that (1) the critical load capacity of the hollow steel frame reaches 4019.23 kN, (2) the spring pressure is 100,000 Pa, (3) the jack pressure is 5.3 MPa, (4) the electrical power consumption of the hot press machine is 2.22 kW, and (5) the electrical power for 10 cartridge heaters is 1,472.42 Watts. The mould pressure is 2.20 kN with a surface area of 4.16 cm<sup>2</sup>, a plastic sheet thickness of 10 mm, and a 950 kg/m<sup>3</sup> density. In conclusion, the machine frame dimensions are 600 mm x 600 mm x 1200 mm, utilizing 40 mm x 40 mm hollow steel profiles. Safety evaluations emphasize the importance of using personal protective equipment (PPE), adhering to operational procedures, and preparing for emergencies.

**Keywords:** Hot press machine, Design, Plastic sheet, Cartridge heater.

### 1. Pendahuluan

Sampah merupakan permasalahan yang belum ditemukan solusi yang tepat. Selain itu, sampah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai. Kondisi yang ada di

lingkungan masyarakat, dimana teknologi pengolahan sampah masih kurang, menyebabkan pencemaran lingkungan semakin meningkat dan jumlah sampah semakin meningkat. Kondisi mesin daur ulang plastik saat ini berharga ratusan juta. Sehingga diperlukan mesin yang terjangkau namun performanya sama dengan mesin yang ada di pasaran. Salah satunya adalah pemanfaatan sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* dengan menggunakan mesin *hot press*.

Masalah potensial lainnya adalah pemanasan. Tingkat pemanasan yang terlalu tinggi, yang menyebabkan perbedaan suhu yang besar antara permukaan dan inti, dapat merusak cetakan atau sampel yang ditekan. Model casting yang biasanya menggunakan metode open injection molding, terlebih dahulu dipanaskan secara terbuka dan berongga. Pemanasan yang terlalu lama dapat merusak pengeringan sampel cetakan karena perbedaan suhu sampel dan pemanas. Rusaknya sampel, menempelnya sampel pada pelat besi cetakan, dan melelehnya sampel dimungkinkan karena suhu yang tidak stabil. Ada beberapa mesin *hot press* yang diproduksi dan beredar di pasaran yang masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah pemanas internal, pada umumnya pemanas ruangan tidak dapat menahan suhu tinggi dalam waktu yang lama.

Kasus seperti ini sangat fatal bila terjadi kegagalan produksi pada *hot press*, dimana material dipanaskan atau dicairkan. Integrasi elemen-elemen penting ke dalam sistem *hot press* harus dipertimbangkan dan dianalisis secara menyeluruh. Kebocoran panas yang besar dan konsentrasi material pada mesin *hot press* menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama dalam hal keselamatan operasional. (Harahap, M. H., Ritonga, 2021). . Mesin *hot press* harus dirancang dengan baik sesuai dengan jumlah rangkaian pemanas, ketebalan isolasi lapisan keramik dan baja bagian luar untuk mencapai efisiensi kerja mesin *hot press* yang tinggi (Fariz Riza Prayoga, 2018). Begitu pula pada saat pemasangan heater harus dilakukan dengan cepat, tingkat kebisingan dan sistem sirkulasi internal *hot press* harus paket hemat energi (Harahap, M. H., Ritonga, 2021). Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis akan melakukan penelitian tentang "Perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*".

## 2. Metode

Untuk perancangan mesin *hot press* menggunakan *software* solidworks dan serangkaian langkah-langkah sistematis yang diperlukan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji mesin tersebut. Berikut adalah metodologi penelitian yang dapat digunakan:

- a. Studi Literatur
- b. Penentuan Spesifikasi
- c. Perancangan Konseptual
- d. Modeling
- e. Pembuatan *Prototype*
- f. Uji Kinerja dan Pengujian
- g. Analisis Data dan Evaluasi
- h. Optimasi dan Perbaikan
- i. Dokumentasi dan Publikasi

Metodologi penelitian untuk perancangan mesin *hot press* dilakukan dengan pendekatan sistematis dan terstruktur untuk memastikan hasil yang optimal. Berikut adalah uraian dari langkah-langkah yang dilakukan:

### a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami teori, konsep, dan teknologi yang relevan dengan

perancangan mesin *hot press*. Penelitian ini mencakup penelusuran jurnal ilmiah, buku, dan dokumen teknis terkait teknologi pengolahan limbah plastik, desain mesin, serta prinsip kerja *hot press*. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan utama dalam pengolahan limbah plastik dan solusi yang telah dikembangkan sebelumnya.

b. Penentuan spesifikasi

Pada tahap ini, spesifikasi teknis mesin *hot press* ditentukan berdasarkan kebutuhan pengguna dan karakteristik limbah plastik yang akan diolah. Spesifikasi mencakup kapasitas mesin, suhu kerja, tekanan yang dihasilkan, dimensi produk akhir (*plastic sheet*), dan bahan yang digunakan dalam konstruksi mesin. Penentuan spesifikasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi, keamanan, dan biaya produksi.

c. Perancangan konseptual

Tahap ini melibatkan pengembangan konsep awal desain mesin. Beberapa alternatif desain dibuat dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, efisiensi energi, dan kemudahan operasional. Konsep-konsep tersebut kemudian dievaluasi untuk memilih desain terbaik yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

d. Modeling

Setelah konsep desain dipilih, tahap modeling dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Model 3D dari mesin *hot press* dibuat untuk menggambarkan secara visual struktur dan komponen mesin. Modeling ini juga mencakup simulasi awal untuk mengevaluasi kinerja desain dalam kondisi tertentu, seperti distribusi tekanan dan suhu.

e. Pembuatan prototipe

Prototipe dari mesin *hot press* dibuat berdasarkan model 3D yang telah dirancang. Pembuatan prototipe melibatkan pemilihan bahan, proses manufaktur, dan perakitan komponen sesuai dengan desain. Prototipe ini berfungsi sebagai representasi fisik untuk menguji dan mengidentifikasi kekurangan desain sebelum produksi skala penuh.

f. Uji kinerja dan pengujian

Pada tahap ini, prototipe diuji untuk mengevaluasi kinerjanya. Uji kinerja meliputi pengujian kemampuan mesin dalam menghasilkan *plastic sheet*, kestabilan suhu, konsistensi tekanan, dan efisiensi waktu. Data dari pengujian ini digunakan untuk menentukan apakah mesin memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan.

g. Analisis data dan evaluasi

Hasil pengujian dianalisis untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan desain mesin. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap spesifikasi yang telah ditentukan. Analisis ini juga mencakup identifikasi masalah yang mungkin muncul selama pengoperasian mesin.

h. Optimasi dan perbaikan

Berdasarkan hasil analisis, desain mesin dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi. Perbaikan dilakukan pada komponen atau sistem yang tidak memenuhi spesifikasi atau menunjukkan kelemahan selama pengujian. Optimasi ini bertujuan untuk menghasilkan mesin yang lebih andal dan hemat biaya.

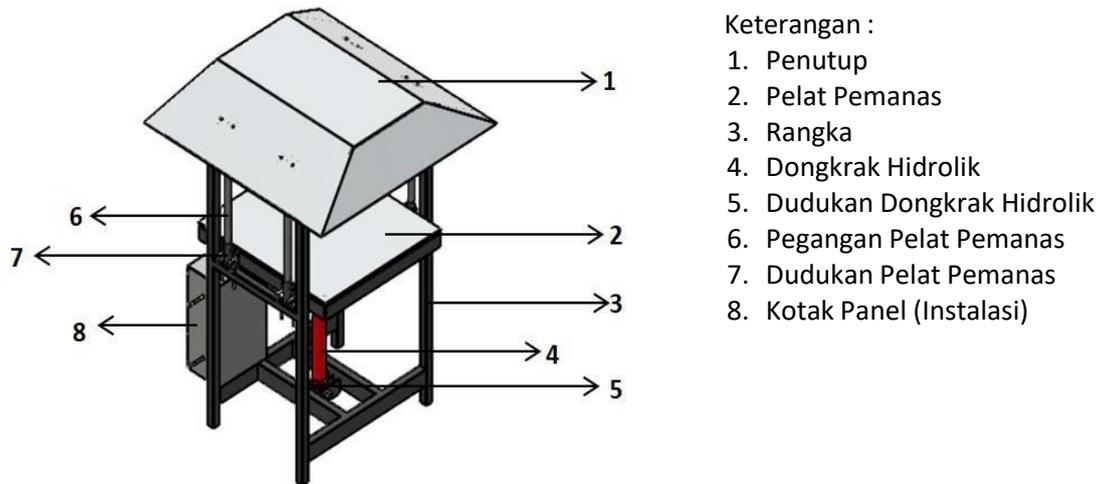
i. Dokumentasi dan publikasi

Tahap terakhir adalah dokumentasi proses perancangan, pengujian, dan optimasi mesin *hot press*. Semua data, gambar teknis, dan hasil analisis disusun dalam laporan yang sistematis. Dokumentasi ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan lebih lanjut atau sebagai bahan publikasi dalam jurnal ilmiah untuk berbagi pengetahuan dan inovasi yang dihasilkan.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan mesin *hot press* yang efektif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengolahan limbah plastik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Rancangan mesin *hot press* untuk daur ulang plastik menghasilkan produk plastik *sheet* dengan menggunakan panas dan tekanan. Mekanisme sistem penggerak yang digunakan adalah dongkrak hidrolis 20 ton dengan luas permukaan cetakan 600 mm x 600 mm dengan beban maksimal. Ini menghasilkan tekanan 5,3 Bar pada cetakan. Selain itu, dipasang 10 heater untuk menghantar panas ke cetakan, yang menghasilkan panas sebesar 200 Volt. Gambar berikut menunjukkan hasil perancangan mesin *hot press*.



Keterangan :

1. Penutup
2. Pelat Pemanas
3. Rangka
4. Dongkrak Hidrolik
5. Dudukan Dongkrak Hidrolik
6. Pegangan Pelat Pemanas
7. Dudukan Pelat Pemanas
8. Kotak Panel (Instalasi)

**Gambar 1.** Rancangan mesin *hot press*

Penelitian ini mendalam menganalisis aspek-aspek kritis dari perancangan bentuk (*embodiment design*) dalam konteks pengembangan produk. Melalui pendekatan komprehensif, penelitian ini mengeksplorasi hubungan yang kompleks antara estetika, fungsi, dan kebutuhan teknis dalam proses perancangan, dengan tujuan untuk mengungkapkan strategi terbaik dalam mencapai integrasi harmonis antara desain konseptual dan implementasi teknis. Dengan menggunakan metode analisis morfologis dan evaluasi kinerja, penelitian ini menyajikan wawasan yang mendalam tentang bagaimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi keberhasilan produk dalam memenuhi harapan pengguna. Maka dilanjut dengan menganalisa bagian bagiannya seperti berikut :

#### a. Tumpuan dongkrak

Untuk menghitung kekuatan tumpuan dari dongkrak hidrolis yang menggunakan besi hollow dengan dimensi yang ditentukan, perlu memahami beberapa konsep dasar tentang mekanika material.

Dimensi besi *hollow*:

Panjang (L)	= 60 cm = 600 mm
Lebar (B)	= 40 mm
Tinggi (H)	= 40 mm
Tebal (t)	= 2 mm

#### 1. Luas penampang (A) besi hollow

Luas penampang besi *hollow* dapat dihitung dengan mengurangi luas bagian dalam dari luas bagian luar.

$$A = (B \times H) - [(B - 2t) \times (H - 2t)]$$

Dimana:

$$B = 40\text{mm}$$

$$H = 40\text{mm}$$

$$t = 2\text{mm}$$

$$A = (40 \times 40) - [(40 - 2 \times 2) \times (40 - 2 \times 2)]$$

$$A = (1600) - [(40 - 4) \times (40 - 4)]$$

$$A = 1600 - [36 \times 36]$$

$$A = 1600 - 1296$$

$$A = 304 \text{ mm}^2.$$

## 2. Momen inersia (I) dari penampang

Untuk menghitung momen inersia untuk penampang persegi panjang *hollow* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$I = 1/12 [BH^3 - (B - 2t)(H - 2t)^3]$$

Dimana :

$$B = 40 \text{ mm}$$

$$H = 40 \text{ mm}$$

$$t = 2\text{mm}$$

$$\text{Maka diperoleh, } I = 73365.33 \text{ mm}^4$$

## 3. Kekuatan material ( $\sigma$ )

Besi *hollow* terbuat dari baja dengan tegangan luluh (*yield strength*) sekitar 250 MPa kitadapat menggunakan nilai ini untuk menghitung kapasitas beban.

## 4. Kapasitas beban kritis ( $P_{cr}$ )

$$P_{cr} = \pi^2 EI / (KL)^2$$

Dimana, E adalah modulus elastisitas baja (210 GPa atau 210,000 Mpa), K adalah Faktor panjang efektif (untuk kasus dengan kedua ujung terjepit  $K = 1$ ), dan L adalah panjang kolom dan diperoleh  $P_{cr} \approx 4019.23 \text{ kN}$ .

Oleh sebab itu, kapasitas beban kritis dari besi *hollow* tersebut sekitar 4014.23 kN. Namun, untuk aplikasi praktis dan keselamatan, perlu dilakukan material tambahan, termasuk faktor keamanan, jenis beban, dan kondisi sebenarnya dari struktur yang mungkin mempengaruhi kekuatan material.

## b. Tekanan

Dengan kapasitas dongkrak hidrolik 20 ton, ditemukan bahwa pengaturan tekanan dalam rentang yang disebutkan dan suhu antara 190°C dan 200°C sangat penting untuk mencapai hasil akhir yang optimal dalam bentuk *plastic sheet* yang kuat dan berkualitas yang tinggi. Tekanan yang terjadi pada hidrolik dipengaruhi oleh gaya beban yang harus diangkat (F) terhadap luas penampang yang terbebani (A), dan data perencanaan tekanan dongkrak hidrolik dan total daya mesin *hot press* disusun sebagai berikut.

Perhitungan gaya,

$$F = m \times g$$

$$= 20000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 196.000 \text{ kg m/s}^2 \text{ (N)}$$

Perhitungan silinder dongkrak,

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r^2 \times h \\
 &= 3,14 \times 5,3 \text{ cm}^2 \times 22 \text{ cm} \\
 &= 366,124 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada dongkrak 20 ton,

$$\begin{aligned}
 P &= F/A \\
 &= 535,33 \text{ (N/m}^3\text{)} \\
 &= 5,3533 \text{ MPa} \\
 &= 5,3 \text{ Mpa,}
 \end{aligned}$$

Tekanan yang didapatkan yaitu sebesar  $5,3 \text{ N/mm}^2$  atau  $5,3 \text{ MPa}$  dikonversikan menjadi  $5,300,000 \text{ Pa}$ .

#### c. Daya listrik pada mesin *hot press*

Pada daya mesin *hot press* terdapat 10 *heater* yaitu sebagai alat penghantar panas dengan suhu maksimal  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  dan REX C100 *temperature control* merupakan sebagai *controller* digital untuk mengendalikan ON/OFF pada pemanas (*heater*). Dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Listrik}} &= 10 \cdot P_h + P_{\text{Rec}} \\
 P_{\text{Listrik}} &= \text{Daya listrik (kW)} \\
 P_h &= \text{Daya heater} \\
 P_{\text{Rec}} &= \text{Daya REC 100 (kW)}
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Listrik}} &= 10 \times 0,15 \text{ kW} + 0,72 \text{ kW} \\
 &= 2,22 \text{ kW} = 2,98 \text{ HP.}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan daya listrik pada mesin *hot press* untuk pemakaian daya pada mesin *hot press* sebesar  $2,22 \text{ kW}$  atau  $2,98 \text{ HP}$ . *Heater* yang dipakai dalam perancangan ini adalah *heater* jenis *cartridge* dengan bentuk silinder, *Heater* ini bekerja pada arus  $200 \text{ V}$  dengan daya sebesar  $150 \text{ W}$ . *Heater* yang dibutuhkan mesin *hot press* untuk memanaskan pelat aluminium dengan dimensi  $600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  yaitu 10 *heater* dan Daya yang dibutuhkan 10 *Heater Cartridge* dengan daya yang dibutuhkan adalah  $1.472,42 \text{ Watt}$ .

## 4. Kesimpulan

Ukuran rangka mesin *hot press* pada penelitian ini adalah  $600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  dan tinggi  $1200 \text{ mm}$  dengan profil besi hollow berkisar  $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ . Kapasitas beban kritis dari besi hollow sebesar  $4019,23 \text{ kN}$  dengan tekanan pegas yaitu  $100.000 \text{ Pa}$  dan jumlah lilitan pada pegas adalah 7 lilitan dan tekanan dongkrak yang didapat sebesar  $5,3 \text{ MPa}$  dengan pemakaian daya listrik pada mesin *hot press* adalah  $2,22 \text{ kW}$  atau  $2,98 \text{ HP}$ . Daya listrik yang digunakan untuk 10 *heater cartridge* sebesar  $1.472,42 \text{ Watt}$  dengan kapasitas tekanan cetakan  $2,20 \text{ kN}$  dengan luas area  $4,16 \text{ cm}^2$ , ketebalan  $10 \text{ mm}$  dan kerapatan *plastic sheet* didapat berkisar  $950 \text{ kg/m}^3$ . Untuk keselamatan kerja dan evaluasi harus selalu menggunakan alat pelindung diri (APD), mematuhi prosedur pengoprasian mesin *hot press* dan melakukan evaluasi keadaan darurat.

## Ucapan Terima Kasih

Saya dengan penuh rasa syukur mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan jurnal ini. Perancangan

Mesin *Hot press* Untuk pengolahan Limbah Sampah Plastik Menjadi Produk *Plastic Sheet* . Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Tino Hermanto atas arahan dan bimbingan yang tak ternilai, dan kepada keluarga tercinta atas dukungan dan doa, dan kepada teman-teman serta semua pihak yang telah mendorong dan membantu.

### Daftar Pustaka

- Ahmad, A. A. A. 2021. *Perawatan Bearing pada Mesin Bor di Kapal Negara (KN) Kumba PT. Citra Bahari Shipyard Tegal*. Karya Tulis.
- Ariffudin, S. D. 2014. "Perancangan Sistem Pemanas pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair." *Jurnal Rekayasa Mesin* 1 (02).
- Burhanudin, R. S. 2012. *Perencanaan Mesin Peniris Minyak pada Kacang Telur*.
- Firdaus, M. 2022. *Perancangan Mesin Hot press untuk Daur Ulang Plastik (HDPE)*. Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau.
- Harahap, M. H., W. Ritonga, dan B. Nasution. 2021. *Laporan Penelitian Terapan Pengembangan dan Perekrayaan Mesin Hot press*.
- Julianto, K., Ferry, I. Surjati, dan Suraidi. 2015. "Sistem Pemantauan Kinerja serta Pengaturan Mesin Packing secara Otomatis pada Pabrik Wafer dengan Zigbee." *Jurnal Tesla* 17 (2): 116–127.
- Kustiawan, E. 2018. "Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven (PHO) (Studi Kasus di PT Indonesia Toray Synthetics, Tangerang)." *Jurnal STT YUPPENTEK* 9 (1): 1–6.
- Nakula, F. E. 2014. "Rancang Bangun Mesin Cetak *Hot press* Pneumatik." *Jurnal Rekayasa Mesin* 1 (02).
- Naim, M., A. Asmauna, I. Surika, dan M. T. Mangkali. 2019. "Rancang Bangun Oven Kue dengan Dua Sumber Panas." *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 10 (2): 40–46.
- Nurdin, H. 2020. *Perencanaan Elemen Mesin (Elemen Sambungan dan Penumpu)*. UNP Press.
- Nur, R., dan M. A. Suyuti. 2018. *Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Deepublish.
- Phal. 2007. *Engineering Design, A Systematic Approach*. London: Springer London.
- Plackett, David, et al. 2003. "Biodegradable Composites Based on L-Polylactide and Jute Fibres." *Composites Science and Technology* 63 (9): 1287–1296.
- Rizal, R. 2021. *Pengoperasian dan Perawatan Mesin Las Listrik dalam Pembuatan Cerobong KM Laut Madu di UPP Kelas III Juwana*. Karya Tulis.
- Setiawan, I. 2020. *Pengaruh Putaran terhadap Kekuatan Tarik pada Friction Welding AA 2024–T3 dengan AA 6061–T6*. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Shamsuri, A. A., R. Daik, E. S. Zainudin, dan P. M. Tahir. 2014. "Compatibilization of HDPE/Agar Biocomposites with Eutectic-Based Ionic Liquid Containing Surfactant." *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 33 (5): 440–453.
- Siregar, Rakhmad Arief, dan Ahmad Ridwan Rangkuti. 2018. "Pembuatan Cetakan Kotak Sabun pada Mesin Injection Molding Plastik." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 1 (1): 57–63.
- Wahyujati, Bertha Bintari. 2022. *Metode Perancangan: Rangkuman Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Sanata Dharma University Press.
- Wijaya, A., Purnomo, R. P. Pratama, dan C. Niswatin. 2018. "Smart Boarding House Billing Berbasis Raspberry Pi." *Jurnal JIT* 2 (1): 7–14.