

## **Design Dan Analisis Mesin Penghalus Bahan Baku Briket**

**DitoAprialdi<sup>1</sup>, Hazra Yuvendius<sup>2</sup>, Elvira Zondra<sup>\*3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

\*Corresponding authors e-mail : [elviraz@unilak.ac.id](mailto:elviraz@unilak.ac.id),

### **Abstrak**

Saat ini penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari alam seperti minyak penggunaannya semakin menipis dan bila terus-menerus digunakan akan habis. Briket merupakan salah satu energi *alternatif* yang banyak ditemukan, contohnya yaitu briket dari arang tempurung kelapa. Untuk merubah arang tempurung kelapa menjadi bahan baku briket perlu adanya suatu alat yang dapat menghancurkan arang menjadi ukuran yang kecil dengan sistem pengendalian peralatan dan memonitoring hasil pengukuran secara *real time (online)*. Tujuannya untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran dan pengendalian beban yang digunakan. Dalam sistem ini terdiri dari *Programmable Logic Controller (PLC)*, *Human Machine Interface (HMI)*, Sensor *PZEEM-004T*, motor induksi tiga fasa dengan daya 0,75 kW, kecepatan 1425 rpm dan peralatan pendukung lainnya. Penerapan sistem penendalian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan merancang sistem *monitoring* dan menganalisis penggunaan energi serta efisiensi motor induksi. Hasil penelitian mendesain dan menganalisis mesin penghalus bahan baku briket berbasis *Programable Logic Controller (PLC)* dengan sistem monitoring menggunakan *Human Machine Interface (HMI)* yaitu berhasil memudahkan pengguna dan dapat meminimalisir kesulitan pemakaian seperti cara menghidupkan mesin, mengetahui nilai arus, nilai tegangan dan penggunaan energi listrik. Penggunaan energi pada mesin penghalus bahan baku briket sebanyak 1 kg, 2 kg dan 3 kg adalah 0,00763 kWh, 0,01135 kWh dan 0,01664 kWh. Dan efisiensi motor induksi tiga fasa dengan beban berat arang 1 kg sebesar 29,3 %, untuk berat arang 2 kg sebesar 42,7 %, untuk berat arang 3 kg sebesar 63,3%.

**Kata kunci** : Arang Tempurung Kelapa, Motor induksi Tiga Fasa, PLC, HMI

### **Abstract**

Currently the use of non-renewable energy derived from nature, such as oil, its use is dwindling and if it is continuously used it will run out. Briquettes are one of the many alternative energy sources, for example, briquettes made from coconut shell charcoal. Coconut shell charcoal is widely used as a raw material for making charcoal briquettes. As for converting coconut shell charcoal into raw material for briquettes, it is necessary to have a tool that can crush charcoal into small sizes with an equipment control system and monitoring measurement results in real time (online), making it easier to measure and control the loads used. This system consists of a Programmable Logic Controller (PLC), Human Machine Interface (HMI), PZEEM-004T Sensor, a three-phase induction motor with a power of 0.75 kW, a speed of 1425 rpm and other supporting equipment. The control system implemented in this study was designed to monitor and analyze energy usage and induction motor efficiency. The results of the research in designing and analyzing a briquette raw material grinding machine based on a Programmable Logic Controller (PLC) with a monitoring system using a Human Machine Interface (HMI) have succeeded in making it easier for users and minimizing difficulties in use, such as how to start the machine, knowing the current value, voltage value, and electricity usage. The energy consumption of the briquette raw material grinding machine for 1 kg, 2 kg, and 3 kg of briquettes is 0.00763 kWh, 0.01135 kWh, and 0.01664 kWh, respectively. The efficiency of the three-phase induction motor with a 1 kg charcoal load is 29.3%, for a 2 kg load it is 42.7%, and for a 3 kg load it is 63.3%.

**Keywords**: Coconut Shell Charcoal, Three Phase Induction Motor, PLC, HMI

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari alam seperti minyak penggunaannya semakin menipis dan bila terus-menerus digunakan akan habis. Upaya untuk menghindari ketergantungan energi tak terbarukan adalah pemanfaatan limbah pertanian, perkebunan dan hutan. Contohnya dengan memanfaatkan limbah yang berasal dari tempurung kelapa yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar biomassa [2]. Briket merupakan salah satu energi *alternatif* yang banyak ditemukan, contohnya yaitu briket dari arang tempurung kelapa. Arang tempurung kelapa banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Karena rendahnya harga arang tempurung kelapa, sebagian masyarakat menggunakan arang tempurung kelapa sebagai bahan baku utama untuk membuat briket arang [11]. Sebagaimana untuk merubah arang tempurung kelapa menjadi bahan baku briket tentunya membutuhkan suatu alat yang dapat menghancurkan arang menjadi ukuran yang lebih kecil. Briket memiliki bentuk yang lebih seragam sehingga lebih mudah disimpan dan didistribusikan [7].

Penelitian sebelumnya oleh Ariesta [3], penulis merancang dan membuat alat penghancur arang tempurung kelapa dengan kapasitas efektif 10 kg/10 menit. Hasil dari uji coba mesin ini didapat butiran arang sebanyak 4,5 kg dalam satu kali proses percobaan 5 kg arang tempurung kelapa dengan butiran arang maksimal 2 mm dan rata-rata waktu yang dibutuhkan 5 menit.

Dilakukannya perancangan dan analisis mesin penghalus bahan baku briket ini bertujuan untuk menyederhanakan serta memudahkan pengoperasian manusia, dan dapat menganalisis penggunaan energi listrik terhadap mesin penghalus bahan baku briket. Maka penulis merancang sebuah alat penghalus bahan baku briket menggunakan pisau penghalus untuk menghancurkan bahan baku menjadi ukuran yang lebih kecil dengan penggerak motor induksi dan juga dengan pemrograman pendukung menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan dapat dimonitoring menggunakan *Human Machine Interface* (HMI)

untuk pengendalian, kemudahan dalam pengoperasi serta pemantauan yang real-time.

Energi listrik adalah sejumlah daya listrik yang digunakan selama waktu tertentu. Energi listrik diukur dengan menggunakan alat ukur listrik yang biasa disebut dengan watt jam meter atau kWh meter atau MWh meter. Satuan energi listrik antara lain: watt detik, Watt jam, kilo Watt jam (kWh), Mega Watt jam (MWh) [8].

## 2. METODA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode desain dan analisis, terdapat beberapa tahapan dalam proses ketika menggunakan metode ini. Artinya, seolah-olah menjadi metode literatur, metode observasi, dan metode implementasi. Sehingga dapat diperoleh data-data yang diperlukan dari penelitian.

### Sistem Monitoring

Sistem Monitoring merupakan proses mengendalikan terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel, parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (*range*) tertentu. Ada banyak proses yang harus dilakukan untuk menghasilkan suatu produk sesuai standar, sehingga terdapat parameter yang harus dikontrol atau di kendalikan antara lain frekuensi (*frequency*), tegangan (*voltage*), arus (*current*) dll. Gabungan kerja dari berbagai alat-alat kontrol dalam proses produksi dinamakan sistem pengontrolan proses (*process control sistem*).

### Human Machine Interface (HMI)

HMI adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi sebuah mesin. HMI merupakan pengendali dan suatu rekayasa (Visualisasi) status, baik secara manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Tujuan digunakannya HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan di layar monitor.



Gambar 1 Human Machine Interface (HMI)

### Programmable Logic Controller (PLC)

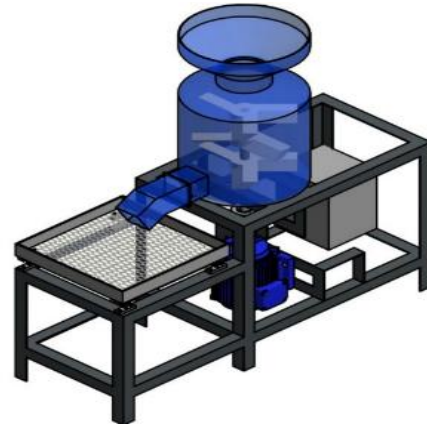
Programmable Logic Controllers (PLC) adalah sistem elektronik yang mudah dipakai (user friendly) yang berfungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel [4] adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, waktu, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O (Input/Output) digital maupun analog [5]. Seperti pada Gambar 2 *Programmable Logic Controllers (PLC)*.



Gambar 2 *Programmable Logic Controller (PLC)*

### Mesin Penghalus Bahan Baku Briket

Mesin penghalus bahan baku briket arang merupakan sebuah alat yang dirancang khusus untuk menghancurkan dan menghaluskan bahan baku briket arang yang terbuat dari tempurung kelapa maupun arang dari kayu menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam. Bahan baku briket arang dari tempurung kelapa maupun arang dari kayu umumnya cukup keras dan sulit untuk dihaluskan secara manual. Oleh karena itu, mesin penghalus bahan baku briket arang ini sangat membantu dalam proses pembuatan briket arang dari bahan baku tersebut. Mesin penghalus bahan baku briket yang menggunakan program PLC dan monitoring HMI memberikan keunggulan dalam pengendalian, kemudahan dalam pengoperasi, pemantauan yang real-time, dan kemampuan analisis yang lebih baik.



Gambar 3 Mesin Penghalus Bahan Baku Briket

### Motor Induksi

Motor Induksi berfungsi sebagai penggerak utama mesin penghalus bahan baku briket. Motor induksi ini berfungsi merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Untuk menghitung daya mesin (P) terlebih dahulu dihitung torsi (T) [6].

$$T = F \cdot r \quad (1)$$

Keterangan:

T = Torsi (N.M)

F = Gaya (N)

r = Jari-jari lingkaran

Perhitungan untuk rencana daya dapat diselesaikan dengan rumus berikut:

$$P = \omega \times T \quad (2)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (3)$$

$$P_d = P \cdot f_c \quad (4)$$

Keterangan:

$P_d$  = Daya Rencana motor (watt)

P = Daya motor (watt)

n = Kecepatan putaran akibat motor listrik (rpm)

T = Torsi yang bekerja (N mm)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

$f_c$  = Faktor koreksi daya

Perhitungan untuk mengetahui daya listrik dan penggunaan energi listrik

$$P = V_{in} \times I_{in} \times \cos \varphi \quad (5)$$

$$W = P \times t \quad (6)$$

Dimana:[10]

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\Phi$  = Sudut fasa ( $^{\circ}$ )

W = Energi Listrik

t = waktu

Efisiensi motor induksi tiga fase menggunakan persamaan 7

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \quad (7)$$



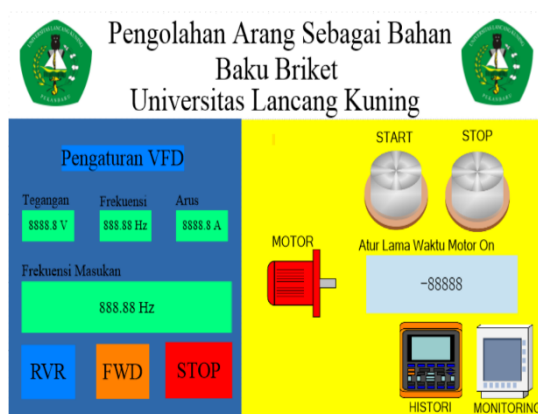
Gambar 3 Motor Induksi 3 fase

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari sistem pengontrolan *Programmable Logic Control* (PLC) pengolahan arang dan konsumsi energi yang digunakan mesin penghalus bahan baku briket. Semua perangkat yang digunakan pada mesin pencetak briket dilakukan secara menyeluruh sesuai sistem. Memperoleh data hasil pengukuran peralatan yang digunakan dari hasil uji.

#### Keadaan Existing

Melakukan pengukuran dan pengaturan beban dapat dilakukan secara *real time*, sistem monitoring menggunakan beberapa peralatan seperti *human machine interface*, *Programmable Logic Controller* (PLC), *power meter*, dan peralatan lainnya. peralatan yang digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada



Gambar 4 Variable Frequency Drive Pengontrol Frekuensi Pada Motor

Untuk mengetahui daya mesin terlebih dahulu hitung torsi (T) dengan perencanaan 5 kg dengan persamaan:

$$T = F \cdot r$$

$$F = 5 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 49,05 \text{ N}$$

$$r = \text{jari-jari (m)} = 0,05 \text{ m}$$

$$T = 49,05 \text{ (N)} \times 0,05 \text{ (m)} = 2,45 \text{ Nm}$$

Setelah diketahui besarnya torsi yang dihasilkan gaya, selanjutnya bisa dihitung daya mesin. Daya mesin (P) dihitung dengan persamaan:

$$P = \omega \times T$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 1500}{60} = 157 \text{ rad/s}$$

$$P = 157 \text{ (rad/s)} \times 2,45 \text{ (Nm)} = 384,65 \text{ Watt}$$

Maka daya rencana yang dibutuhkan yaitu:

$$P_d = P \cdot f_c$$

$$f_c = \text{Faktor Koreksi}$$

$$P_d = 384,65 \times 1,5 = 576,975 \text{ Watt} = 0,576 \text{ kW} = 0,77 \text{ HP}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Daya yang direncanakan adalah 576,975 Watt atau bila dikonversi ke HP sebesar 0,77 HP, Dipasaran tidak ada motor listrik dengan daya 0,77 HP, maka untuk dayanya penulis mengambil 1 HP atau 0,745 kW.

#### Analisis Pengujian Mesin Penghalus Bahan Baku Briket

Pada pelaksanaan pengujian ini dilakukan dengan dilakukan 3 kali percobaan mesin penghalus arang dengan frekuensi 50 hz, maka hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

1. Dengan Berat 1 Kg, pada frekuensi 50 Hz pengujian dari mesin penghalus bahan baku briket selama 3 menit atau 180 detik adalah 0,59 Kg. Seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Penelitian Arang Tempurung Dengan Berat 1 Kg

2. Dengan Berat 2 Kg, pada frekuensi 50 Hz pengujian dari mesin penghalus bahan baku briket selama 4 menit atau 240 detik adalah 1,58 Kg.
3. Dengan Berat 3 Kg, pada frekuensi 50 Hz pengujian dari mesin penghalus bahan baku briket selama 5 menit atau 300 detik adalah 2,52 Kg.

Tabel 1 Hasil Uji Coba Mesin Penghalus Bahan Baku Briket

| No. Uji Coba | Input Arang | Output Arang | Waktu (Menit) |
|--------------|-------------|--------------|---------------|
| Uji coba 1   | 1 kg        | 0,68 kg      | 3 menit       |
| Uji coba 2   | 2 kg        | 1,66 kg      | 4 menit       |
| Uji coba 3   | 3 kg        | 2,52 kg      | 5 menit       |

### Analisis Penggunaan Energi Pada Mesin Penghalus Bahan Baku Briket

Dari tabel 1 diatas dapat dijelaskan, bahwa hasil dari proses penghalusan bahan baku briket ini, dilakukan dari hasil keluar pintu keluaran corong adalah:

#### 1. Frekuensi 50 Hz,

Dengan putaran motor 1482 rpm. Berat awal arang tempurung 1 kg, dalam waktu 3 menit atau 180 detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan penggunaan Energi listrik pada mesin penghalus bahan baku briket.

Untuk mengetahui besar daya aktif yang digunakan mesin penghalus bahan baku briket dengan nilai  $\cos \varphi = 0,5$  dapat digunakan persamaan

$$\begin{aligned} P &= V_{in} \times I_{in} \times \cos \varphi \\ &= 235 \times 1,3 \times 0,5 \\ &= 152,75 \text{ W} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui energi listrik yang digunakan mesin penghalus bahan baku briket dengan besar daya aktif  $P = 152,75 \text{ W}$

Untuk menghasilkan kehalusan arang tempurung dengan waktu penghancur bekerja adalah 3 menit atau 180 detik, dengan energi yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 152,75 \times (180/3600) \\ &= 7,6375 \text{ Wh} \text{ atau } 0,00763 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Untuk menghitung biaya listrik, energi yang digunakan  $\times$  tarif dasar listrik adalah:

$$0,00763 \text{ kWh} \times 1.699,53 = \text{Rp. } 12,980$$

#### 2. Frekuensi 50 Hz,

Dengan putaran motor 1476 rpm. Berat awal arang tempurung 2 kg, dalam waktu 4 menit atau 240 detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan penggunaan Energi listrik pada mesin penghalus bahan baku briket.

Untuk mengetahui besar daya aktif yang digunakan dengan nilai  $\cos \varphi = 0,5$  dapat digunakan persamaan

$$\begin{aligned} P &= V_{in} \times I_{in} \times \cos \varphi \\ &= 235 \times 1,45 \times 0,5 \\ &= 170,375 \text{ W} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui energi listrik yang digunakan mesin penghalus bahan baku briket dengan besar daya aktif  $P = 170,375 \text{ W}$ .

Untuk menghasilkan kehalusan arang tempurung dengan waktu penghancur bekerja adalah 4 menit atau 240 detik, dengan energi yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 170,375 \times (240/3600) \\ &= 11,358 \text{ Wh} \text{ atau } 0,01135 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Untuk menghitung biaya listrik, energi yang digunakan  $\times$  tarif dasar listrik adalah:

$$0,01135 \text{ kWh} \times 1.699,53 = \text{Rp. } 19,289$$

#### 3. Frekuensi 50 Hz,

Dengan putaran motor 1472 rpm. Berat awal barang tempurung 3 kg, dalam waktu 5 menit atau 300 detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan penggunaan Energi listrik pada mesin penghalus bahan baku briket.

Untuk mengetahui besar daya aktif yang dihasilkan mesin penghalus bahan baku briket dengan nilai  $\cos \varphi = 0,5$  dapat digunakan persamaan

$$\begin{aligned} P &= V_{in} \times I_{in} \times \cos \varphi \\ &= 235 \times 1,7 \times 0,5 \\ &= 199,75 \text{ W} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui energi listrik yang digunakan mesin penghalus bahan baku briket dengan besar daya aktif  $P = 199,75 \text{ W}$

Untuk menghasilkan kehalusan arang tempurung dengan waktu penghancur bekerja adalah 5 menit atau 300 detik, dengan energi yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 199,75 \times (300/3600) \\ &= 16,645 \text{ Wh} \text{ atau } 0,01664 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Untuk menghitung biaya listrik, energi yang digunakan  $\times$  tarif dasar listrik adalah:

$$0,01664 \text{ kWh} \times 1.699,53 = \text{Rp. 28,280}$$

Dari perhitungan diatas dapat dijelaskan penggunaan energi listrik oleh mesin penghalus bahan baku briket pada tabel 2

Tabel 2 Penggunaan Energi Listrik dengan Frekuensi 50 Hz

| Frekuensi (Hz) | Berat (kg) | Waktu (s) | Penggunaan Energi Listrik (kWh) |
|----------------|------------|-----------|---------------------------------|
| 50             | 1          | 180       | 0,00763 kWh                     |
| 50             | 2          | 240       | 0,01135 kWh                     |
| 50             | 3          | 300       | 0,01664 kWh                     |

Efisiensi motor induksi tiga phasa menggunakan persamaan 7, untuk beban 1 kg

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \\ &= \frac{241,79}{359,623} \times 100\% \\ &= 0,6723 = 67,23\% \end{aligned}$$

Untuk beban arang 2 kg

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \\ &= \frac{296,056}{417,999} \times 100\% \\ &= 0,7082 = 70,82\% \end{aligned}$$

Untuk beban arang 3 kg

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \\ &= \frac{347,70}{477,234} \times 100\% \\ &= 0,7285 = 72,85\% \end{aligned}$$

Dari pengujian ini, di dapat efisiensi motor induksi tiga phasa pada mesin penghalus bahan baku briket dengan berat arang 1 kg, 2 kg, dan 3 kg sebesar 67,23 %, 70,82 % dan 72,85 %.

#### 4. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian mendesain dan menganalisis mesin penghalus bahan baku briket berbasis *Programable Logic Controller* (PLC) dengan sistem monitoring menggunakan *Human Machine Interface* (HMI). Hasil desain dan analisis mesin penghalus bahan baku briket berhasil memudahkan pengguna dan dapat meminimalisir kesulitan pemakaian seperti

cara menghidupkan mesin, mengetahui nilai arus, nilai tegangan dan penggunaan energi listrik.

2. Hasil penelitian dari menganalisis penggunaan energi listrik pada mesin untuk menghasilkan serbuk arang tempurung yang sudah dihaluskan digunakan sebanyak 1 kg, 2 kg dan 3 kg dengan penggunaan daya listrik sebesar 152,75 W dan 199,75 W, maka penggunaan energi pada mesin penghalus bahan baku briket sebesar 0,00763 Kwh, 0,01135 kWh dan 0,01664 kWh serta di dapat efisiensi motor induksi tiga phasa pada mesin penghalus bahan baku briket dengan berat arang 1 kg, 2 kg, dan 3 kg sebesar 67,23 %, 70,82 % dan 72,85 %.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, S., Artono, T., & Fadli, A. (2019). *Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T*. 3(1), 272–276.
- [2] Ardiansyah, I., & Putra, A. Y. (2022). Review : Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 4(2), 120–133.
- [3] Ariesta, C. V., Iswanto, Alvero, Y., & Amrullah, M. H. (2022). *Rancang Bangun Mesin Penghancur Arang Tempurung Kelapa*.
- [4] Capiel, (1982). "Programmable Logic Controller". Melalui website <http://www.capiel.eu>.
- [5] Putri, T. W. O., Rahmadwati, & Teknik, B. S. (n.d.), (2014), *Pengendalian Suhu pada Sistem Pasteurisasi Telur Cair Berbasis PLC (Programmable Logic Controller) Siemens Simatic S7-200 dan HMI (Human Machine Interface) Simatic HMI Panel*. 1–8.
- [6] Robert L, M. (2009). *Machine Elements In Mechanical*. Pearson Education.
- [7] Firmansyah, A., Reza, B. H., & Martini, N. (2022), *Perencanaan Alat Pencetak Briket Sederhana Dengan Putaran Penggerak 1400 RPM*. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, 5 No 1(45), 1–12.
- [8] Atmam, Tanjung, A., & Zulfahri. (2018). *Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Phasa Menggunakan*

- Variable Speed Drive (VSD)*. *SainETIn*, 2(2), 52–59.
- [9] Brown, M. (2001). *Supply Cookbook Second Edition (Second)*. Butterworth–Heinemann.
- [10] Chapman, S. J. (2012). *Electric Machine Fundamentals, Fifth Editio*, McGraw-Hill (ed.).
- [11] Setiawan, B., & Rasma, R. (2020). *Rancang bangun mesin press briket dari bahan serbuk kayu sistem pneumatik menggunakan 5 tabung percetak*. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2), 135–142.