



Research article

Analisis Sistem Dinamis pada Mesin Pengayak Pasir Tipe Vibrating Screen

Rizqa Ruviana^{1}, Anisah Nurul Izzah¹, Musyaroh¹, Fatkhurrohman¹, Ahmad Khairul Faizin¹*
^{1} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional*

**Corresponding author: rizqa.ruviana.fi@upnjatim.ac.id*

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 28 January 2025

Revised : 24 February 2025

Accepted : 15 July 2025

Available online: 31 July 2025

Keywords: *Dynamic Systems, Vibrating Screen, Modeling, Simulink MATLAB*

ABSTRACT

The sand sieving process is a critical stage in the industry, particularly to ensure the consistency of sand particle sizes used in various applications. Manual sand sieving requires significant labor and time, which reduces efficiency. Therefore, this study focuses on the modeling and dynamic system analysis of a vibrating screen sand sieving machine. The primary objective is to improve the efficiency of the sieving process by understanding the dynamic behavior of the machine under various operating conditions. The methodology used in this study includes the development of a mathematical model and numerical simulations using Simulink MATLAB. The findings indicate that a 50% reduction in sieve mass significantly increases the oscillation speed but prolongs the start-up period. Increasing the motor input voltage from 50V to 70V also increases the oscillation speed and sieve amplitude, but also prolongs the start-up period. Therefore, a balance between reducing sieve mass and adjusting the input voltage is crucial to achieving optimal performance without excessively prolonging the start-up period. This study provides valuable insights into the design and optimization of sand sieving machines for industrial applications.

ABSTRAK

Proses pengayakan pasir adalah tahap penting dalam industri, terutama untuk memastikan keseragaman ukuran partikel pasir yang digunakan dalam berbagai aplikasi. Pengayakan pasir yang masih dilakukan secara manual memerlukan tenaga besar dan waktu yang lama, yang mengurangi efisiensi. Oleh karena itu,

Kata Kunci: Sistem Dinamis, Vibrating Screen, Permodelan, Simulink, MATLAB

penelitian ini membahas permodelan dan analisis sistem dinamis pada mesin pengayak pasir tipe vibrating screen. Tujuan utama adalah meningkatkan efisiensi proses pengayakan dengan memahami perilaku dinamis mesin dalam berbagai kondisi. Metode yang digunakan dalam penelitian meliputi pengembangan model matematis dan simulasi numerik menggunakan Simulink MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan massa ayakan sebesar 50% meningkatkan kecepatan osilasi secara signifikan, namun memperpanjang periode start-up. Peningkatan tegangan input motor 50V sampai 70V juga meningkatkan kecepatan osilasi dan amplitudo ayakan, tetapi juga memperpanjang periode start-up. Oleh karena itu, keseimbangan antara pengurangan massa ayakan dan penyesuaian tegangan input sangat penting untuk mencapai kinerja optimal tanpa memperpanjang periode start-up secara berlebihan. Studi ini memberikan wawasan penting dalam desain dan optimasi mesin pengayak pasir untuk industri.

1. PENDAHULUAN

Pasir merupakan material yang sangat penting dan tak terpisahkan dalam berbagai aplikasi industri, salah satunya dalam proses pengecoran logam. Pasir yang digunakan untuk cetakan pengecoran logam harus memenuhi beberapa kriteria, seperti keseragaman ukuran partikel [1, 2]. Ukuran partikel pasir yang tidak seragam dapat mempengaruhi kualitas hasil pengecoran, seperti kepadatan dan kekuatan cetakan, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas produk logam yang dihasilkan. Oleh karena itu, pasir yang digunakan untuk pengecoran logam harus melalui proses pengayakan untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam dan sesuai standar ASTM E11.

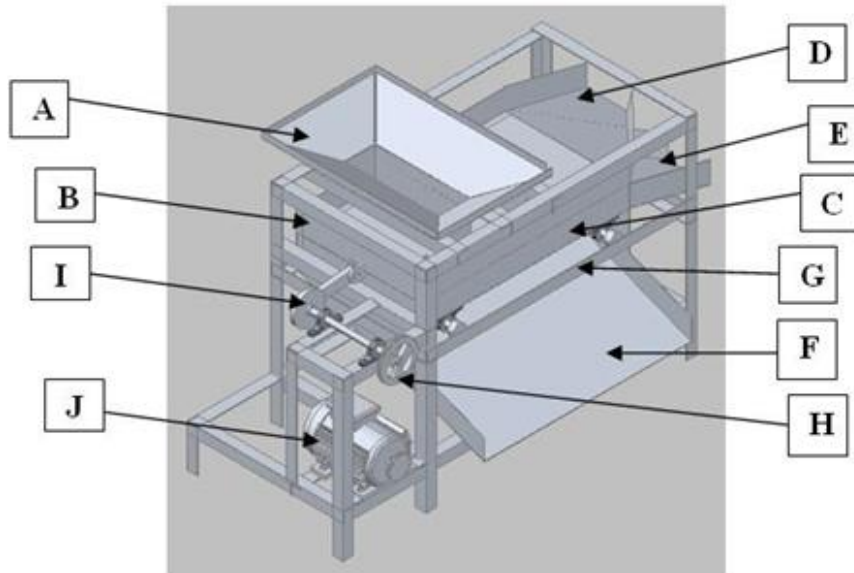
Pasir umumnya diperoleh dari tambang alam yang mengandung campuran mineral lain seperti tanah, lempung, dan batuan dalam jumlah besar. Pasir mentah dari tambang tidak dapat langsung digunakan untuk produksi, melainkan perlu melalui proses pengayakan untuk memisahkan kotoran dan mengelompokkan partikel pasir sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan. Untuk menghasilkan yang siap digunakan, proses pengayakan masih dilakukan secara manual. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Angga Sateria dkk [3] diketahui bahwa setiap karung pasir seberat 50 kg memerlukan waktu sekitar 20 menit untuk disaring secara manual. Proses ini jelas sangat tidak efisien, baik dari segi waktu, tenaga, maupun kapasitas yang dihasilkan [1, 3–6]. Dalam mengatasi masalah tersebut, diperlukan inovasi berupa mesin pengayak pasir, yang diharapkan dapat lebih efisien. Cara kerja Mesin pengayak pasir yaitu dengan menggerakkan ayakan secara maju mundur pada setiap proses pengayakan. Gerakan ini dihasilkan melalui poros engkol atau poros eksentrik, yang berfungsi mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear maju mundur, sehingga pasir yang berada di atas ayakan dapat tersaring dengan efektif [7].

Mesin pengayak tipe Vibrating Screen tersedia dalam berbagai model dan ukuran dengan kapasitas yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan masing-masing pelanggan. Banyak sekali aplikasi pengayak pasir seperti penggunaan untuk pengecoran [2, 6, 8, 9] dan aplikasi dalam berbagai sektor lain, seperti proyek bangunan [3–5, 10–12] dan dunia pertambangan [1], yang memerlukan mesin yang dapat beroperasi secara efektif dalam skala besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis sistem dinamis pada mesin pengayak pasir tipe Vibrating Screen, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi dan kapasitas pengayakan untuk memenuhi kebutuhan industri yang semakin berkembang.

2. METODE PENELITIAN

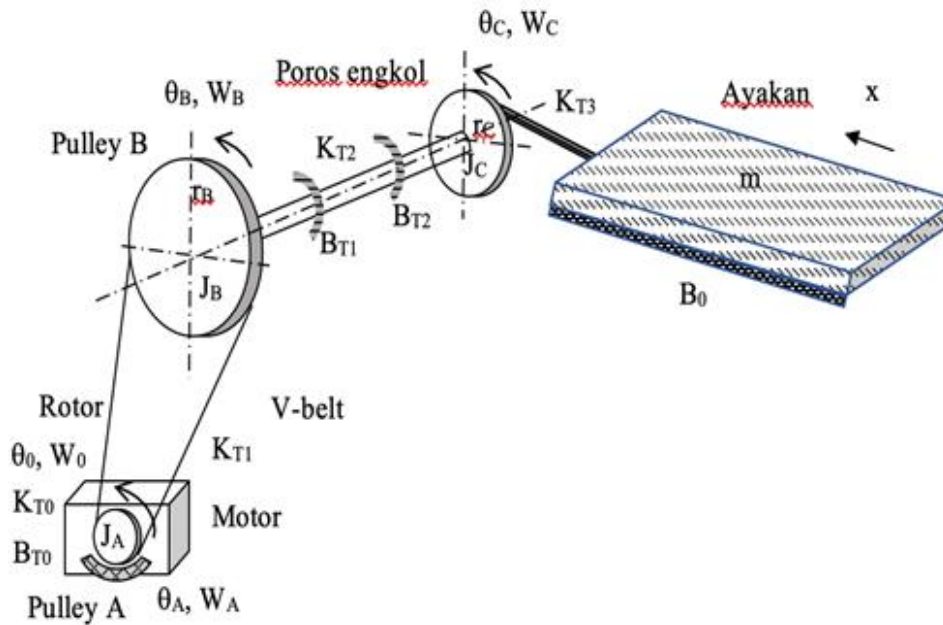
Desain mesin pengayak pasir ditunjukkan seperti Gambar.1 yang terdiri dari Hopper masuk (A), Ayakan Mesh 1 (B), Ayakan Mesh 2 (C), Hopper kotoran sisa ayakan (D), Hopper pasir yang kasar (E), Hopper pasir yang halus (F), Rell untuk dudukan roda (G), Pulley (H), Poros Engkol (I), Motor penggerak (J) dan

Roda karet sintetis (K). Persamaan dinamika sistem diturunkan sesuai gaya yang terdapat pada Gambar. 2,



kemudian dianalisis menggunakan MATLAB Simulink.

Gambar 1. Desain mesin pengayak pasir vibrating screen [2]



Gambar 2. Permodelan dinamik mesin pengayak pasir vibrating screen

Ketika motor penggerak dihidupkan, motor menghasilkan torsi dan kecepatan sudut θ_0 dengan arah putaran berlawanan jarum jam (CCW). Motor tersebut terhubung pulley A dengan putaran RPM yang sama melalui poros dengan besar kekakuan torsional K_{T0} dan redaman B_{T0} . Pulley A memutar pulley B menggunakan V-belt dengan besar kekakuan torsional K_{T1} , sehingga pulley B berputar berlawanan jarum jam (CCW). Dari pulley B gerakan rotasi diteruskan melalui poros engkol yang dilengkapi dengan kekakuan torsional K_{T2} dan redaman dari bantalan B_{T1} dan B_{T2} diteruskan ke poros C untuk mengatur transmisi daya. Poros

C berputar berlawanan jarum jam (CCW) dan menggerakkan ayakan melalui elemen kekakuan K_{T3} . Gerakan dari poros C diteruskan ke ayakan, menghasilkan osilasi horizontal dengan frekuensi dan amplitudo yang dipengaruhi oleh parameter kekakuan dan redaman pada setiap elemen sistem. Persamaan gerak yang digunakan dalam metode simulasi dinyatakan dalam setiap *part*. Sistem elektromekanik pada motor penggerak ditunjukkan oleh persamaan:

$$i.R + \frac{di}{dt} L + e_m - e_i(t) = 0 \quad (1)$$

Dimana $e_m = \alpha w_o$; $e_m = (\gamma \phi (i_f)) w_o$ dan diasumsikan flux konstan

$\gamma \phi (i_f) = \alpha = K_e$ sehingga *state variable* :

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L} (e_i(t) - K_e w_o - i.R) \quad (2)$$

Sistem pada Rotor penggerak ditunjukkan oleh persamaan

$$J_A \dot{w}_A + B_{T0} w_o + K_{T0} (\theta_0 - \theta_A) = T_e \quad (3)$$

dimana: $T_e = \alpha i = (\gamma \phi (i_f)) i$ dan diasumsikan flux dianggap konstan

$\gamma \phi (i_f) = \alpha = K_e$ sehingga *state variable* :

$$\dot{w}_A = \frac{1}{J_A} (-B_{T0} - K_{T0} (\theta_0 - \theta_A) + K_e i) \quad (4)$$

Sistem pada *Pulley A* ditunjukkan oleh persamaan

$$J_A \dot{w}_A - K_{T0} (\theta_0 - \theta_A) + K_{T1} (\theta_A r_A - \theta_B r_B) = 0 \quad (5)$$

maka *state variable*:

$$\dot{w}_A = \frac{1}{J_A} (K_{T0} (\theta_0 - \theta_A) - K_{T1} (\theta_A r_A - \theta_B r_B)) \quad (6)$$

Sistem pada *Pulley B* ditunjukkan oleh persamaan

$$J_B \dot{w}_B + (B_{T1} + B_{T2}) (w_B - w_C) + K_{T2} (\theta_B - \theta_C) - K_{T1} (\theta_A r_A - \theta_B r_B) = 0 \quad (7)$$

maka *state variable*:

$$\dot{w}_B = \frac{1}{J_B} (-(B_{T1} + B_{T2}) (w_C + w_B) - K_{T2} (\theta_B - \theta_C) + K_{T1} (\theta_A r_A - \theta_B r_B)) \quad (8)$$

Sistem pada Poros Engkol ditunjukkan oleh persamaan

$$J_C \dot{w}_C - (B_{T1} + B_{T2}) (w_B - w_C) - K_{T2} (\theta_B - \theta_C) + F_T r_C = 0 \quad (9)$$

dimana: $F_T = K_{T3} (r_C \sin \theta_C - x)$ maka *state variable*:

$$\dot{w}_C = \frac{1}{J_C} ((B_{T1} + B_{T2}) (w_B - w_C) + K_{T2} (\theta_B - \theta_C) - K_{T3} (r_C \sin \theta_C - x) r_C) \quad (10)$$

Sistem pada *Screen/Ayakan* ditunjukkan oleh persamaan

$$M \dot{v} - B_0 v - F_T r_C = 0 \quad (11)$$

dimana: $F_T = K_{T3} (r_C \sin \theta_C - x)$ maka *state variable*:

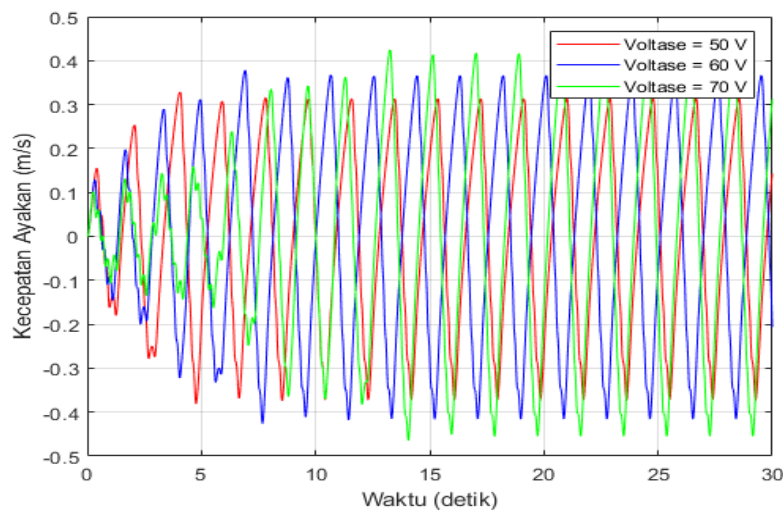
$$\dot{v} = \frac{1}{m}(B_0 v + K_{T3}(r_C \sin \theta_C - x)r_C) \quad (12)$$

Dari persamaan diatas, beberapa parameter diatas tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi dan Massa

No.	Parameter		Nilai
1.	L	Induktansi	0,0005 H
2.	R	Resistansi	2 ohm
3.	K_e	Konstanta Elektrik	0,5
4.	J_0	Momen Inersia Rotor	0,0001 kgm ²
5.	J_A	Momen Inersia Pulley A	0,000025 kgm ²
6.	J_B	Momen Inersia Pulley B	0,02475 kgm ²
7.	J_C	Momen Inersia Poros Engkol	0,000981 kgm ²
8.	m	Massa Total Ayakan	20 Kg
9.	r_A	Jari-jari Pulley A	0,025 m
10.	r_B	Jari-jari Pulley B	0,15 m
11.	r_C	Jari-jari Poros Engkol	0,05 m
12.	K_{T0}	Konstanta Pegas Torsional 0	3000 N/rad
13.	K_{T1}	Konstanta Pegas Torsional 1	5000 N/m
14.	K_{T2}	Konstanta Pegas Torsional 2	1000 N/rad
15.	K_{T3}	Konstanta Pegas Torsional 3	5000 N/m
16.	B_{T0}	Konstanta Damping 0 torsional	5×10^{-6} Ns/rad
17.	B_{T1}	Konstanta Damping 1 torsional	$1,9 \times 10^{-8}$ Ns/rad
18.	B_{T2}	Konstanta Damping 2 torsional	6×10^{-9} Ns/rad
19.	B_0	Konstanta Damping	$6,4 \times 10^{-6}$ Ns/m
20.	e(t)	Voltase Input	50,60,70 V

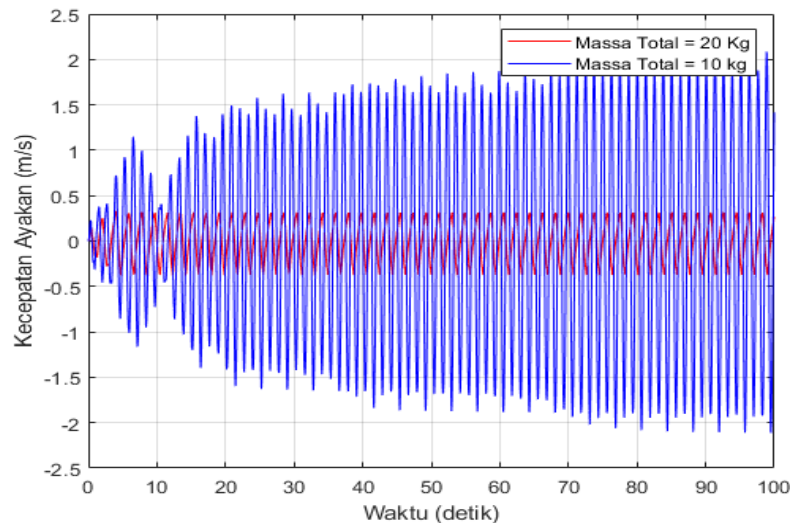
3. HASIL DAN DISKUSI



Gambar 3. Permodelan dinamik mesin pengayak pasir *vibrating screen*

Grafik pada Gambar.3 menunjukkan hubungan antara kecepatan ayakan (dalam m/s) dan waktu (dalam

detik) pada mesin pengayak pasir tipe vibrating screen untuk tiga variasi voltase motor: 50 V (merah), 60 V (biru), dan 70 V (hijau), dengan massa total ayakan sebesar 20 kg. Grafik memperlihatkan bahwa peningkatan voltase input dari motor memengaruhi amplitudo dan periode osilasi ayakan. Voltase yang lebih tinggi, seperti 70 V, menghasilkan osilasi dengan amplitudo lebih besar dibandingkan voltase 50 V dan 60 V. Selain itu, terdapat perbedaan pada panjang periode osilasi. Grafik berwarna hijau menunjukkan periode yang lebih panjang dibandingkan grafik berwarna biru dan merah. Peningkatan voltase juga memengaruhi durasi start-up period, dimana pada voltase yang lebih tinggi, seperti 70 V, sistem membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kondisi osilasi yang stabil. Secara keseluruhan, grafik ini



menunjukkan bahwa voltase input motor berpengaruh signifikan terhadap kecepatan, amplitudo, dan periode osilasi ayakan dalam sistem.

Gambar 4. Grafik Kecepatan Ayakan Vs Waktu dengan Massa Total Ayakan

Grafik pada Gambar. 4 menunjukkan hubungan antara kecepatan ayakan (m/s) dan waktu (detik) pada mesin pengayak pasir tipe vibrating screen dengan variasi massa total ayakan: 20 kg (merah) dan 10 kg (biru), pada voltase input sebesar 50 V. Dari grafik terlihat bahwa massa ayakan memengaruhi amplitudo dan respons dinamis sistem. Ayakan dengan massa 10 kg memiliki amplitudo osilasi yang lebih besar dibandingkan massa 20 kg. Hal ini menunjukkan bahwa ayakan yang lebih ringan menghasilkan getaran yang lebih kuat. Selain itu, ayakan dengan massa yang lebih ringan membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kondisi stabil (start-up period), sedangkan ayakan dengan massa 20 kg lebih cepat mencapai kondisi osilasi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa massa ayakan berperan signifikan dalam menentukan karakteristik dinamika getaran sistem.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penurunan massa total ayakan sebesar 50% secara signifikan meningkatkan kecepatan osilasi ayakan. Pengurangan massa menyebabkan ayakan dan tenaga awalan akan menjadi lebih ringan. Ayakan yang lebih ringan menghasilkan amplitudo osilasi yang lebih besar dan cepat merespon perubahan gaya. Namun, penurunan massa juga menyebabkan periode start-up yang lebih panjang, karena sistem membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kondisi stabil. Demikian pula, peningkatan tegangan input dari 50V sampai 70V pada motor dapat meningkatkan kecepatan osilasi ayakan, tetapi juga memperpanjang periode start-up. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan yang tepat antara pengurangan massa ayakan dan penyesuaian tegangan input motor. Keseimbangan ini sangat

penting untuk mencapai kinerja optimal dari mesin pengayak pasir tanpa memperpanjang periode start-up secara berlebihan, yang dapat mengurangi efisiensi operasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung tersusunnya artikel ini, khususnya kepada Jurusan Teknik Mesin UPN "Veteran" Jawa Timur atas fasilitas yang diberikan, serta kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) atas izin penggunaan laboratorium Mekanika Benda Padat selama pengambilan data praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fauzan Apriandandy, R. H. Saputra, B. Setiawan, S. Yulianto. 2023, Perancangan Mekanisme Penggerak Pada Mesin Pengayak Pasir Dengan Alat Pengangkut Belt Conveyor.
- [2] H. Sulistiawan, S. Slamet. 2015, Perancangan Mesin Pengayak Pasir Cetak Vibrating Screen Pada IKM Cor di Juwana Kabupaten Pati.
- [3] Angga Sateria, Eko Yudo, Zulfitriyanto, Sugiyarto, Rina Melati, Bimas E. Saputra, Ikhya Naufal. 2019, "Rancang Bangun Mesin Pengayak Pasir Untuk Meningkatkan Produktivitas Pengayakan Pasir Pada Pekerja Bangunan." *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*. 8–13.
- [4] R. Bangun, A. Yoddy, G. Nuhgraha, J. Samsi, Y. A. Nuhgraha, G. S. Jordi. 2021, "Rancang Bangun Transmisi Pada Mesin Pengayak Pasir Otomatis." *TEDC Vol. 15 No. 1, Januari 2021*. vol. 15, no. 1.
- [5] M. Abidtha Khaidir Al Bhaihaqi, V. Chandra Kumara Wardana, L. Slamet Prasetyo, I. Yahya Habibie, D. Prasetyo Utomo, L. Edahwati. 2024, Rancang Bangun Mesin Pengayak Pasir Otomatis Menggunakan Penggerak Motor Listrik Berkapasitas 670W.
- [6] C. Harsito, A. M. Nur, A. Prasetyo, T. Triyono, R. A. Rachmanto, B. Santoso. 2021, "Penerapan Teknologi Tepat Guna Sebagai Peningkatan Kapasitas Mesin Pengayak Pasir Tipe Rotary Dan Usaha Dusun Tanggalkan, Kabupaten Karanganyar." *Jurnal Kewirausahaan dan Bisnis*. vol. 26, no. 1, 1.
- [7] I. Al Fajri, M. Iqbal Harapan Muslim Siregar. 2023, "Perencanaan Mesin Pengayak Pasir Pada Proses Penghalusan Pasir Sistem Motor Listrik." *Jurnal Laminar*. vol. 5 N0.2, 44–57.
- [8] A. Wijianto, W. Wardana. 2023, "Rancang Bangun Mesin Pengayak Pasir Sistem Rotary Dengan Tiga Grade Hasil Ayakan." *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*. vol. 4, no. 2, 90–96.
- [9] D. Idamayanti, W. Purwadi, H. Al Gary. 2020, "Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Karakteristik Riser Sleeve Sekam Padi Pada Aplikasi Pengecoran Baja." *POSITRON*. vol. 10, no. 1, 27.
- [10] W. Sinta Mustika, I. Purnama Putri. 2021, "Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengayak Pasir Tipe Rotary Kapasitas 30 m³/jam." *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*. vol. 4, no. 2.
- [11] C. Aditya, A. Hermawati. 2018, Mesin Ayakan Getar Tipe Excentric Sebagai Pengayak Butiran Marmer Dan Batu Alam Pada Produksi Industri Teraso Dari Limbah Batu Alam Di Kabupaten Tulungagung.
- [12] F. Irfandi, E. Sutrisno, J. Eswanto. 2017, Analisa Uji Kinerja Mesin Pengayak Pasir Menggunakan Piringan Ayak Dengan Metode Gerak Eksentrik Kapasitas 1 M³/Jam.