

Analisis Performa Mesin Pengayak Pasir Zeolit Jenis *Rotary* Dengan Variasi Sudut Kemiringan & Variasi Kecepatan Putaran

Muhammad Wildan¹, Yuni Hermawan², Muhammad Dimiyati Nashrullah², AhmadSyuhri², Robertus Sidartawan², FX Kristianta²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

*E-mail: wildanm81@gmail.com

ABSTRAK

Pengayakan merupakan proses pengelompokan suatu butiran yang akan dipisahkan menjadi satu atau beberapa kelompok. Salah satu jenis pasir yang membutuhkan sebuah proses pengayakan ialah pasir zeolit. Mesin pengayak pasir dibagi beberapa *type* salah satunya yaitu *type rotary* atau berputar. Dalam penelitian ini, akan menciptakan performa terbaik mesin pengayak pasir zeolit *type rotary* dengan menentukan parameter variasi sudut kemiringan dan kecepatan putaran yang tepat pada tabung pengayak. Variasi yang telah ditentukan akan berpengaruh terhadap lama waktu proses pengayakan dan hasil pengayakan pasir zeolit. Metode Taguchi digunakan untuk mengoptimalkan variasi yang digunakan berupa matriks orthogonal $L_9 (3^2)$. Berdasarkan hasil penelitian ini sudut kemiringan dan kecepatan putaran berpengaruh signifikan terhadap lama waktu proses pengayakan dan hasil pengayakan pasir zeolit dengan nilai persen kontribusi sebesar 17,72% dan 45,18% terhadap lama waktu pengayakaan, sedangkan untuk hasil pengayakan dengan nilai kontribusi 39,33% dan 33,45%. Maka proses pengayakan pasir terbanyak didapat pada variasi sudut 10° dan 28 rpm menghasilkan hasil saringan pasir halus zeolit 6,70 kg dengan waktu 256,6 *sec* dan hasil lama waktu pengayakan tercepat didapat pada variasi sudut 20° dan 61 rpm menghasilkan waktu pengayakan 198,3 *sec* dengan hasil berat pasir halus 2,67 kg. Sehingga hasil penelitian ini bisa sebagai alternatif pemilihan variasi parameter pada proses pengayakan pasir zeolit menggunakan mesin pengayak *type rotary*.

Kata Kunci: mesin pengayak, rotary, pasir zeolit, sudut, kecepatan

Pendahuluan

Pengayak merupakan suatu proses untuk mengelompokkan butiran berdasarkan ukuran tertentu, yang bertujuan untuk memisahkan butiran menjadi satu atau lebih. Proses ini juga bermanfaat untuk memisahkan partikel kasar dan halus, sehingga menghasilkan ukuran partikel yang lebih seragam [1]. Seiring berjalannya waktu, proses pengayakan pasir yang sebelumnya dilakukan secara manual kini telah berkembang dengan menggunakan mesin pengayak [2]. Dalam pengembangan teknologi mesin pengayak pasir yang lebih efisien, diharapkan dapat menghasilkan pasir berkualitas tinggi sekaligus menurunkan biaya tenaga kerja [3]. Salah satu jenis pasir yang biasanya membutuhkan sebuah proses pengayakan ialah pasir zeolit.

Pasir zeolit memiliki peran penting dalam mengurangi kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman pada media pasir. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah zeolit (15%, 30%, 45%) dan ukuran zeolit (50 mesh, 80 mesh, 100 mesh) berdampak signifikan terhadap kadar air dalam media pasir, dengan tiga kali percobaan ulang. Semakin tinggi kandungan zeolit, semakin efektif media pasir dalam menahan air [4].

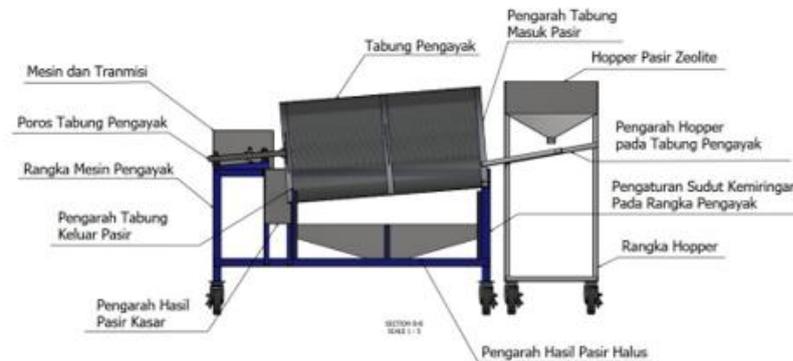
Pemilihan jenis mesin pengayakan juga sangat berpengaruh pada sebuah hasil pengayakan. Salah satu jenis mesin pengayak yang sering digunakan adalah *type rotary*. Beberapa penelitian menggunakan mesin pengayak *type rotary* menunjukkan bahwa

kecepatan putaran dan sudut kemiringan saringan pasir memberikan pengaruh terhadap proses ayakan, dimana pada sudut 10° ayakan menghasilkan pasir halus seberat 1,35 kg, pasir kasar 1,97 kg, dan pasir sangat kasar 2,68 kg. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan yang digunakan maka semakin sedikit hasil pasir yang disaring, karena pengaruh gaya gravitasi pada tabung pengayak pasir. Sementara itu, proses penyaringan dengan efisiensi waktu tercepat menghasilkan 1,06 kg/dt pada sudut 20° dan rpm 50. Hal ini menunjukkan bahwa pasir yang disaring tidak terpisah dengan baik. Oleh karena itu, kecepatan putaran tabung dan sudut kemiringan ayakan memiliki pengaruh besar terhadap laju aliran pasir yang disaring [5].

Penggunaan sudut kemiringan dan kecepatan rpm yang tepat pada mesin ayakan dapat meningkatkan lama waktu pengayakan dan kapasitas ayakan pasir yang maksimal. Oleh karena itu penulis melakukan pengujian mesin pengayak pasir zeolit *type rotary* menggunakan variasi sudut kemiringan 10° , 15° , dan 20° dan kecepatan 28 rpm, 34 rpm, dan 61 rpm. Diharapkan dari penelitian ini, mesin pengayak menggunakan mekanisme *rotary* dapat mempengaruhi kecepatan waktu proses ayakan dan mengalami peningkatan terhadap hasil pengayak pasir zeolit.

I. Material dan Metode Penelitian

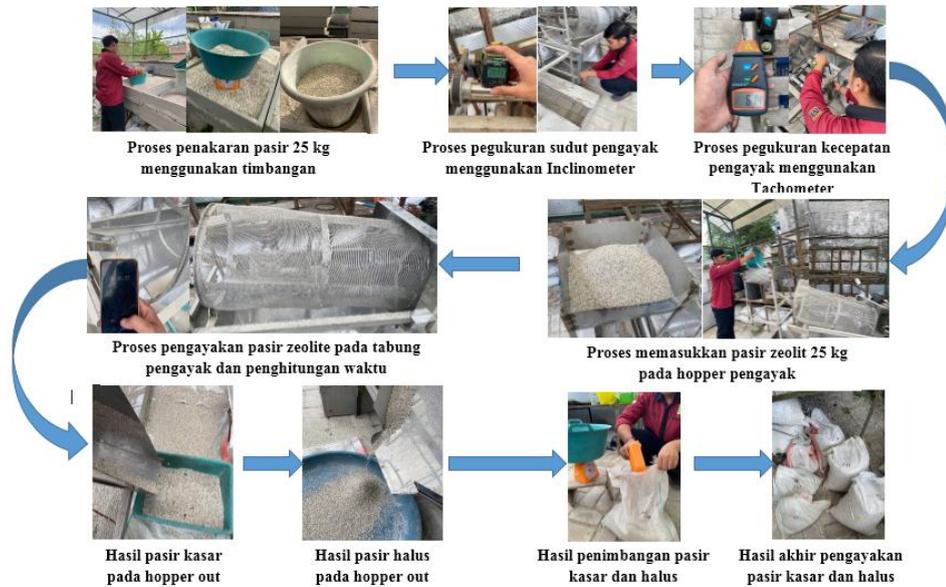
Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pengaruh variasi sudut kemiringan 10° , 15° , dan 20° dan kecepatan 28 rpm, 34 rpm, dan 61 rpm. Diharapkan dari penelitian ini, mesin pengayak menggunakan mekanisme *rotary* dapat mempengaruhi kecepatan waktu proses ayakan dan mengalami peningkatan terhadap hasil pengayak pasir zeolit. Skema alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Skema Mesin Pengayak

A. Pengambilan Data

Proses pengayakan pasir zeolit menggunakan mesin pengayak *type rotary* dapat ditunjukkan oleh Gambar 2. Secara singkat, pasir zeolit yang belum dilakukan pengayakan ditakar terlebih dahulu beratnya sesuai dengan variabel kontrol yaitu 25 kg kemudian menuangkan pasir zeolit pada *hopper* mesin pengayak dengan menggunakan sudut dan rpm yang telah ditentukan pada variabel bebas setelah itu lanjut proses perhitungan waktu lama proses pengayakan dan menimbang berat hasil proses pengayakan pasir zeolit kasar dan halus.



Gambar. 2. Roadmap Penelitian

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode Taguchi yang merupakan metode perancangan yang diperlukan untuk meminimalkan variabilitas dan memaksimalkan kualitas dalam sebuah proses produksi atau manufaktur dengan terukur. Metode Taguchi memperhitungkan efek variasi dari faktor–faktor yang mempengaruhi kualitas produk, serta mengoptimalkan nilai-nilai target kualitas dengan biaya produksi yang minimal [6]. Penggunaan matriks orthogonal yang ditujukan untuk menentukan jumlah percobaan minimal sebagai data yang berisikan informasi mengenai faktor – faktor yang mempengaruhi parameter. Matrik orthogonal yang diguakan adalah $L_9 (3^2)$. Penggunaan matriks orthogonal $L_9 (3^2)$ dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Matriks Orthogonal $L_9 (3^2)$.

Eksperimen	Parameter Kendali		Waktu (s)	Hasil pengujian		Rata-rata
	Sudut kemiringan (°)	Kecepatan Tabung (rpm)		Halus (kg)	Kasar (kg)	
1.	10	28				
2.	10	34				
3.	10	61				
4.	15	28				
5.	15	34				
6.	15	61				
7.	20	28				
8.	20	34				
9.	20	61				

Tabel ANOVA berisi dari perhitungan *degree of freedom (dof)*, *sum of square (SS)*, dan $F_{hitung} (F_0)$. Tabel ANOVA akan ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Analisis Dua Arah Tanpa Interaksi

Sumber Variasi	Degree of freedom (dof)	Sum of square (SS)	Mean of square (MS)	F hitung (F ₀)
Faktor A	$V_A = kA - 1$	$SS_A = nA \sum_{i=1}^n (A_i - \bar{y})^2$	$MS_A = \frac{SS_A}{df_A}$	$\frac{MS_A}{MS_E}$
Faktor B	$V_B = kB - 1$	$SS_B = nB \sum_{i=1}^n (B_i - \bar{y})^2$	$MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$	$\frac{MS_B}{MS_E}$
Error	$V_E = dfT - dfA - dfB$	$SS_E = dfT - dfA - dfB$	$MS_E = \frac{SS_E}{df_E}$	
Total	$V_T = N - 1$	$SS_T = \sum_{i=1}^n y_v^2 - \frac{T^2}{N \times n}$		

S/N ratio atau *signal to noise* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang kurang berkontribusi pada respons dan mengetahui level variasi mana yang mempengaruhi hasil eksperimen. Terdapat beberapa macam jenis S/N ratio sebagai berikut.

1. *Smaller is Better*

Dimana karakteristik dengan kualitas mendekati nol atau nilai semakin kecil merupakan nilai yang diinginkan. Nilai *smaller is better* dapat diketahui menggunakan rumus 1 berikut.

$$\text{Ratio } \frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\left(\sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \frac{1}{n} \right) \quad (1)$$

Dimana :

y = Data dari percobaan

n = Jumlah pengulangan

2. *Nominal is Better*

Dimana nilai yang diinginkan yaitu dengan kualitas tidak nol dan terbatas atau mendekati nilai yang diinginkan. Nilai *normal is better* dapat diketahui menggunakan rumus 2 berikut.

$$S/N = -10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n} \right] \quad (2)$$

Dimana :

y = Data dari percobaan

n = Jumlah pengulangan

3. *Large is Better*

Dimana karakteristik yang diinginkan yaitu dengan kualitas nilai yang tidak terbatas. Nilai *large is better* dapat diketahui menggunakan rumus 3 berikut.

$$\text{Ratio } \frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \right) \quad (3)$$

Dimana :

y = Data dari percobaan

n = Jumlah pengulangan

II. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dari penelitian seperti berikut :

A. Pengaruh Sudut dan Putaran Pengayak terhadap Waktu Pengayakan

Perhitungan *S/N ratio* digunakan untuk mengetahui kualitas produk yang diteliti sehingga mendapatkan parameter terbaik untuk menghasilkan waktu pengayakan pasir halus yang optimal berdasarkan desain eksperimen metode Taguchi dapat dilihat pada Tabel 3. Respon yang digunakan pada hasil waktu pengayakan pasir zeolit adalah *small is better*, menunjukkan bahwa nilai semakin kecil merupakan nilai yang diinginkan yaitu dengan kualitas tidak nol dan terbatas atau mendekati nilai yang diinginkan. Berikut contoh perhitungan *S/N ratio* waktu pengayakan pasir zeolit pada kombinasi pertama.

$$\text{rasio } \frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\left(\sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \frac{1}{n} \right) \quad (4)$$

Dimana :

y = data dari percobaan

n = jumlah pengulangan

Adapun hasil perhitungan *S/N ratio* hasil waktu pengayak dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai S/N Ratio Lama Waktu Pengayakan.

No.	Faktor Kendali		<i>S/N ratio</i>
	Sudut Kemiringan (°)	Kecepatan Putran (rpm)	
1.	10	28	-48,420
2.	10	34	-47,755
3.	10	61	-46,810
4.	15	28	-47,811
5.	15	34	-47,313
6.	15	61	-46,809
7.	20	28	-47,410
8.	20	34	-47,026
9.	20	61	-45,979
Minimal			-48,420
Maksimal			-45,979

Untuk mengetahui kombinasi parameter terbaik yaitu dengan mencari rata-rata dari tiap level yang dicoba. Berikut contoh perhitungan manual mencari respon rata-rata tiap level dan nilai rata-rata masing-masing level dari parameter yang disajikan pada Tabel 4.

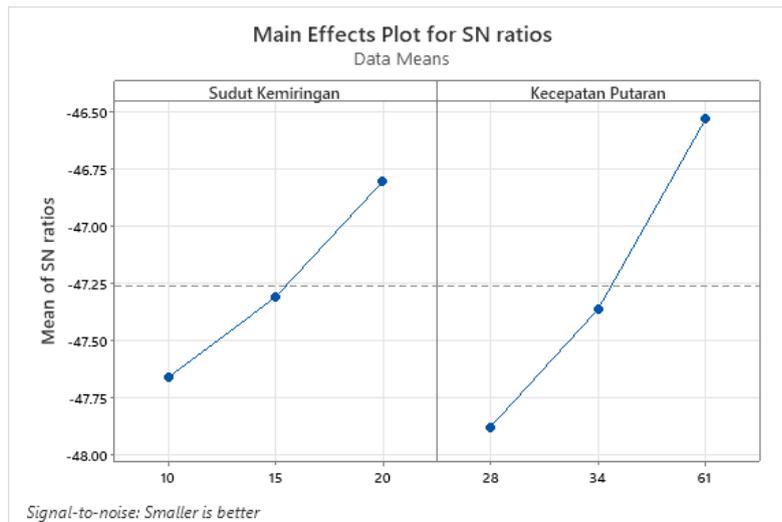
$$X = \frac{-48,420 + -47,755 + -46,810}{3} = -47,66 \quad (5)$$

Data hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rata – Rata Lama Waktu Pengayakan Tiap Variabel.

Variabel Bebas	Rata-Rata			Selisih
	Level 1	Level 2	Level 3	
Sudut Kemiringan (°)	-47,66	-47,31	-46,81	0,86
Kecepatan Putaran (rpm)	-47,88	-47,36	-46,53	1,35

Berdasarkan hasil level *S/N ratio* dapat disimpulkan bahwa kombinasi parameter terbaik untuk memperoleh hasil waktu pengayakan pasir yang tercepat terletak pada sudut kemiringan level 3 dan kecepatan putaran level 3. Berikut grafik *S/N ratio* pada tiap level dari parameter proses ditunjukkan pada Gambar 3 berikut



Gambar. 3. Grafik *S/N Ratio* Lama Waktu Pengayakan

Berdasarkan Gambar Grafik 3 menunjukkan sudut kemiringan berpengaruh terhadap lama waktu pengayakan, semakin tinggi sudut kemiringan yang digunakan pada mesin pengayak maka semakin cepat waktu yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan sudut kemiringan 10°, 15°, dan 20° yang menghasilkan waktu pengayakan tercepat pada sudut kemiringan tertinggi yaitu 20° dan 61 rpm dengan rata-rata waktu pengayakan 198,3 sec dan hasil rata-rata waktu terlama yaitu pada sudut terendah yaitu 10° dan 28 rpm dengan hasil rata-rata waktu pengayakan 256,6 sec, dikarenakan percepatan gerak suatu benda dipengaruhi oleh besarnya sudut kemiringan lintasan [7]. Besar sudut kemiringan yang digunakan maka semakin cepat lama waktu proses saringan pasir yang dihasilkan [8].

Hasil perhitungan dan analisis ANOVA dibantu dengan *software minitab* menyatakan bahwa variabel sudut kemiringan memiliki nilai $F_{hitung} 5,26 > F_{(0,05;2;2,26)} = 3,028$ karena H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya sudut kemiringan memiliki pengaruh terhadap hasil waktu proses pengayakan pasir.

Berdasarkan Gambar Grafik 3 menunjukkan kecepatan putaran memiliki pengaruh terhadap lama waktu pengayakan, semakin cepat putaran yang digunakan pada mesin pengayak maka semakin cepat waktu pengayakan yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan kecepatan putaran 28 rpm, 34 rpm dan 61 rpm yang menghasilkan lama waktu pengayakan tercepat yaitu kecepatan 61 rpm dan sudut 20° dengan rata-rata waktu pengayakan 198,3 sec dan hasil rata-rata waktu terlama yaitu pada kecepatan 28 rpm dan sudut 10° dengan hasil waktu pengayakan 256,6 sec, dikarenakan kecepatan putaran semakin tinggi mengakibatkan lama waktu pengayakan semakin cepat dikarenakan laju pasir yang disaring semakin tinggi [9]. .

Hasil perhitungan dan analisis ANOVA dibantu dengan *software minitab* menyatakan bahwa variabel kecepatan putaran memiliki nilai $F_{hitung} 13,40 > F_{(0,05;2;2,26)} = 3,028$ karena H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya kecepatan berpengaruh tinggi terhadap waktu proses pengayakan pasir zeolite.

B. Pengaruh Sudut dan Kecepatan Pengayak terhadap Ukuran Pasir Zeolit

Perhitungan *S/N ratio* digunakan untuk mengetahui kualitas produk yang diteliti sehingga mendapatkan parameter terbaik untuk menghasilkan pasir halus yang optimal berdasarkan desain eksperimen metode Taguchi. Respon yang digunakan pada hasil pasir halus adalah *Large is better*, menunjukkan bahwa nilai yang diinginkan yaitu dengan dengan kualitas nilai yang tidak terbatas. Berikut contoh perhitungan *S/N ratio* hasil pengayakan pasir zeolit halus pada kombinasi pertama.

$$\text{rasio } \frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \right) \tag{6}$$

Dimana :

y = data dari percobaan

n = jumlah pengulangan

Adapun hasil perhitungan *S/N ratio* pasir halus dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Nilai S/N Ratio Hasil Pengayakan Pasir Zeolit Halus

No.	Faktor Kendali		S/N ratio
	Sudut Kemiringan ($^{\circ}$)	Kecepatan Putran (rpm)	
1.	10	28	16,525
2.	10	34	15,197
3.	10	61	10,863
4.	15	28	12,403
5.	15	34	12,458
6.	15	61	9,143
7.	20	28	10,435
8.	20	34	10,696
9.	20	61	7,895
Minimal			7,895
Maksimal			16,525

Untuk mengetahui kombinasi parameter terbaik yaitu dengan mencari rata-rata dari tiap level yang dicoba. Berikut contoh perhitungan manual mencari respon rata-rata tiap level dan nilai rata-rata dapat diketahui menggunakan rumus 7 berikut.

$$X = \frac{16,525 + 15,197 + 10,863}{3} \tag{7}$$

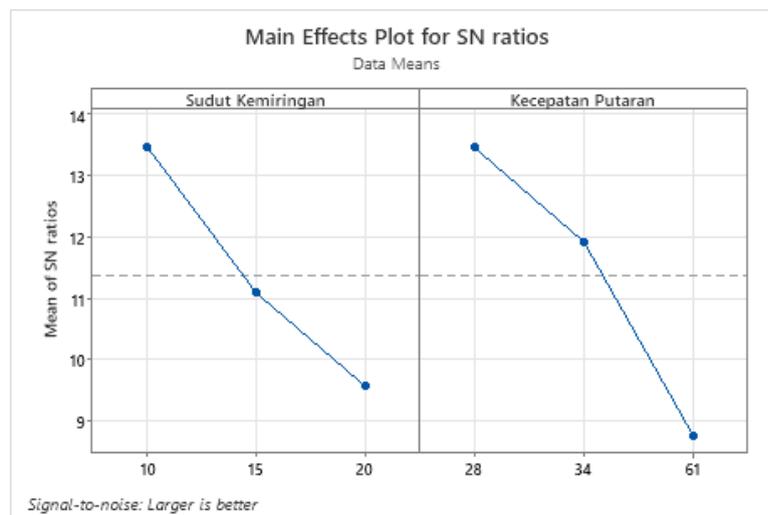
$$X = 14,196$$

Data hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rata-Rata Hasil Pengayakan Pasir Zeolit Halus Setiap Variabel.

Variabel Bebas	Rata-Rata			Selisih
	Level 1	Level 2	Level 3	
Sudut Kemiringan (°)	14,196	11,335	9,676	4,520
Kecepatan Putaran (rpm)	13,121	12,784	9,301	3,820

Berdasarkan hasil level *S/N ratio* dapat disimpulkan bahwa kombinasi parameter terbaik untuk memperoleh hasil ayakan pasir zeolit halus yang terbanyak terletak pada sudut kemiringan level 1 dan kecepatan putaran level 1. Berikut grafik *S/N ratio* pada tiap level dari parameter proses ditunjukkan pada pada Gambar 4 berikut.



Gambar. 4. Grafik *S/N Ratio* Hasil Pengayakan Pasir Zeolit Halus

Berdasarkan Gambar Grafik 4 menunjukkan sudut kemiringan berpengaruh terhadap hasil ayakan pasir halus, semakin tinggi sudut kemiringan yang digunakan pada mesin pengayak maka sedikit hasil pasir halus yang tersaring. Pada penelitian ini menggunakan sudut kemiringan 10°, 15°, dan 20° yang menghasilkan pasir halus terbanyak pada sudut kemiringan terendah yaitu 10°, 28 rpm dengan rata-rata berat pasir halus 6,70 kg dan hasil rata-rata berat pasir halus yang sedikit yaitu pada sudut 20°, 61 rpm dengan hasil pasir halus 2,67 dikarenakan semakin besar sudut kemiringan yang digunakan memberikan hasil saringan pasir yang sedikit, disebabkan karena adanya gaya gravitasi yang tinggi pada tabung pengayak pasir yang akan disaring [10].

Hasil perhitungan dan analisis ANOVA dibantu dengan *software minitab* menyatakan bahwa variabel sudut kemiringan memiliki nilai $F_{hitung} 15,90 > F_{(0,05;2;2,26)} = 3,028$ karena H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya sudut kemiringan memiliki pengaruh tinggi terhadap hasil ayakan pasir halus zeolit.

Berdasarkan Gambar Grafik 4 menunjukkan kecepatan putaran memiliki pengaruh terhadap hasil ayakan pasir halus, semakin cepat putaran yang digunakan pada mesin pengayak maka sedikit hasil pasir halus yang tersaring. Pada penelitian ini menggunakan kecepatan putaran 28 rpm, 34 rpm dan 61 rpm yang menghasilkan pasir halus terbanyak pada kecepatan putaran terendah yaitu 28 rpm dengan rata-rata berat pasir halus 6,70 kg pada sudut 10°, pasir mengalami penurunan berat hasil pada kecepatan putaran 34 rpm dengan rata-rata berat pasir halus 3,82 kg pada sudut 15° dan hasil rata-rata berat pasir halus terendah yaitu pada kecepatan putaran 61 rpm dengan hasil pasir halus 2,67 kg pada sudut tertinggi yaitu 20°, dikarenakan putaran tabung yang tinggi menimbulkan

gaya sentrifugal yang berlebihan dan dapat menyebabkan butiran menempel didinding ketika mesin berputar [11]. Akibat gaya sentrifugal yang terjadi, maka terdapat tekanan ke segala arah [12].

Hasil perhitungan dan analisis ANOVA dibantu dengan *software minitab* menyatakan bahwa variabel kecepatan putaran memiliki nilai $F_{hitung} 13,52 > F_{(0,05;2;2,26)} = 3,028$ karena H_0 ditolak maka H_1 diterima, artinya kecepatan berpengaruh terhadap hasil ayakan pasir halus zeolit.

III. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, hasil proses pengayakan pasir terbanyak didapat dengan menggunakan variable sudut 10° dan 28 rpm menghasilkan hasil saringan pasir halus zeolit 6,70 kg dengan waktu 256,6 *sec*. Pengaruh penggunaan sudut kemiringan dan kecepatan putaran rpm yang rendah menghasilkan kualitas saringan pasir yang tinggi dan menghasilkan waktu proses saringan pasir lebih lama. Hasil lama waktu pengayakan tercepat didapat pada variable sudut 20° dan 61 rpm menghasilkan waktu pengayakan 198,3 *sec* dengan hasil berat pasir halus 2,67 kg. Pengaruh penggunaan sudut kemiringan dan kecepatan putaran rpm yang besar mendapatkan hasil kualitas saringan pasir yang sedikit dan menghasilkan waktu selama proses pengayakan lebih cepat.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Proyek CV. Tiga Kreasi Bersama yang dipimpin oleh dosen pembimbing Bpk Mochamad Edoward Ramdhan yang telah memberi izin dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Saragih, R. M. (2022). Rancang Bangun Mesin Pengayak Pasir.
- [2] Siahaan, E. W. (2018). Perancangan Mesin Pengayak Pasir Dengan Kapasitas 6, 5 m³/jam Dari Bottom Ash Di PLTU Labuhan Angin. . *Jurnal Darma Agung*, 26(1), 460-475
- [3] Kiprotich, G., Kimutai, I., & Kimutai, S. (2023). Performance Evaluation of Sand Screening Machine: Effect of Sieve Size and Moisture Content. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 12(09), 126-132.
- [4] Novanda, D. P. (2014). Kajian Jumlah Ukuran Zeolit Pada Pertumbuhan Awal Tanam Kakao (*TheobromaCacao*) Pada Media Campuran Pasir dan Zeolit. *SKRIPSI*, 02-16.
- [5] Cahyono, A. I., Qiram, I., & Rubiono, G. (2019). Pengaruh sudut kemiringan dan kecepatan putaran saringan pada unjuk kerja mesin pengayak pasir tipe rotary. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 4(1), 7-9.
- [6] Soejanto, I. (2009). *Desain eksperimen dengan metode taguchi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Ariantara, R. G., Sholihat, F. N., Susanti, H., Nugraha, M. G., & Kirana, K. H. (2017). Optimalisasi Eksperimen Kereta Dinamika:“Aplikasi Tracker Vs Ticker Timer” Untuk Mengurangi Miskonsepsi Pada Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).
- [8] Wijianto, A., Wardana, W., No, J. U. S., & Sari, U. (2023). Rancang Bangun Mesin

- Pengayak Pasir Sistem Rotary Dengan Tiga Grade Hasil Ayakan. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(2), 90-96.
- [9] Riwu, T. A., & Mali, A. W. T. S. (2020). Pengaturan kecepatan motor 3 phase pada mesin ayak pasir (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- [10] Darmadi, H., Hasibuan, W., Muttaqin, M., & Lumbantoruan, S. (2024). Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan terhadap Beban Maksimum Screw Conveyor pada Unit Sterilizer Vertikal di PT X. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 11896-11903.
- [11] Kelana, P. P., Yaqin, R. I., Haris, R. B. K., Alfakhri, A., & Alviani, A. M. (2021). Studi Performansi Mesin Pelontar Pakan Ikan terhadap Gaya Sentrifugal. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 191-199.
- [12] Hayati, N. (2021). Aplikasi Gaya Sentrifugal pada Mesin Peniris Serbaguna. *ABDIMASKU: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 54-60.