



Pengaruh Kecepatan Screw Conveyor dan Kecepatan Pisau Pemotong terhadap Massa Bakso pada Mesin Pencetak Bakso

Ardhi Prawira Rohim^{1*}, Siti Duratur Nasiqiaty Rosady²

¹⁻² Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: ardhiprawira31@gmail.com¹, situduratur@polinema.ac.id²

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141,
Indonesia

**Korespondensi penulis:* ardhiprawira31@gmail.com

Abstract. This study aims to analyze the effect of variations in screw conveyor speed and cutting blade on an automatic meatball molding machine in producing meatballs weighing between 15 and 20 grams. The research method used a design of experiments (DOE) approach with a factorial design, followed by a two-way ANOVA analysis to test the effect of each factor and their interactions. The screw conveyor speed variations used were 160 RPM, 140 RPM, and 124 RPM, while the cutting blade speed was varied at 224 RPM, 186 RPM, and 160 RPM. The speed variations were obtained by adjusting the pulley ratio on the machine. The testing process was carried out by molding meatballs using a combination of these speed variations, then boiling them until they float to ensure doneness. After that, the mass of each meatball was weighed with a precision scale. The weighing data were processed using Microsoft Excel and Minitab 21 software to obtain accurate statistical analysis. The results showed that increasing the screw conveyor speed tended to increase the meatball mass, while increasing the cutting blade speed actually decreased the mass of the meatballs produced. The interaction between screw conveyor speed and cutting knife speed was statistically significant with a *p*-value ≤ 0.05 , indicating that the combination of the two plays an important role in determining the final meatball mass. Through Response Optimization analysis, the most optimal combination for producing meatballs with a mass in the range of 15–20 grams is a screw conveyor speed of 124 RPM and a cutting knife speed of 160 RPM. This setting can be achieved by using pulleys with diameters of 114.3 mm (4.5 inches) and 88.9 mm (3.5 inches). These findings are expected to be a reference for meatball industry players, especially MSMEs, in increasing production efficiency and maintaining product size consistency.

Keywords: Cutting blade speed, mass of the meatballs, meatball forming machine, screw conveyor speed, Two ways ANOVA

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan screw conveyor dan pisau pemotong pada mesin pencetak bakso otomatis dalam menghasilkan massa butiran bakso yang berada pada rentang 15–20 gram. Metode penelitian menggunakan pendekatan design of experiment (DOE) dengan rancangan faktorial, diikuti analisis ANOVA dua arah untuk menguji pengaruh masing-masing faktor dan interaksinya. Variasi kecepatan screw conveyor yang digunakan adalah 160 RPM, 140 RPM, dan 124 RPM, sedangkan kecepatan pisau pemotong divariasikan pada 224 RPM, 186 RPM, dan 160 RPM. Variasi kecepatan diperoleh melalui pengaturan rasio pulley pada mesin. Proses pengujian dilakukan dengan mencetak bakso menggunakan kombinasi variasi kecepatan tersebut, kemudian merebusnya hingga mengapung untuk memastikan kematangan. Setelah itu, massa setiap butiran bakso ditimbang dengan timbangan presisi. Data hasil penimbangan diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan Minitab 21 untuk mendapatkan analisis statistik yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan screw conveyor cenderung meningkatkan massa bakso, sementara peningkatan kecepatan pisau pemotong justru menurunkan massa bakso yang dihasilkan. Interaksi antara kecepatan screw conveyor dan kecepatan pisau pemotong terbukti signifikan secara statistik dengan nilai *p* $\leq 0,05$, yang mengindikasikan bahwa kombinasi keduanya berperan penting dalam menentukan hasil akhir massa bakso. Melalui analisis Response Optimization, kombinasi paling optimal untuk menghasilkan bakso dengan massa dalam rentang 15–20 gram adalah kecepatan screw conveyor 124 RPM dan pisau pemotong 160 RPM. Pengaturan ini dapat dicapai dengan penggunaan pulley berdiameter 114,3 mm (4,5 inci) dan 88,9 mm (3,5 inci). Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pelaku industri bakso, khususnya skala UMKM, dalam meningkatkan efisiensi produksi dan menjaga konsistensi ukuran produk.

Kata kunci: ANOVA dua arah, kecepatan pisau pemotong, kecepatan screw conveyor, massa bakso, mesin pencetak bakso

1. LATAR BELAKANG

Rata-rata konsumsi daging sapi dan unggas di Indonesia per kapita per minggu menunjukkan tren peningkatan, mencapai angka tertinggi masing-masing 0,01 kg dan 0,158 kg dari terendah 0,005 kg dan 0,069 kg pada periode 2007-2024 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Sehingga berdampak pada konsumsi olahan daging yang terus meningkat seiring berjalannya waktu. Salah satu olahan daging yang paling populer adalah bakso. Bakso adalah makanan olahan berbentuk bulat yang dibuat dari campuran daging ternak, tepung tapioka atau pati, serta bahan tambahan pangan yang diizinkan, kemudian dimasak hingga matang (mengapung) (Badan Stand. Nas., 2014). Bakso, yang dikenal dengan cita rasa lezat, gurih, dan tekstur kenyalnya, telah menjadi produk unggulan dalam industri olahan daging. Peningkatan permintaan ini berdampak pada UMKM di sektor kuliner. Sehingga lonjakan pesanan kerap terjadi. Proses produksi bakso pada UMKM masih dilakukan secara manual sehingga menguras tenaga dan waktu. Oleh karena itu transisi dari manual ke mesin pencetak bakso otomatis di rasa perlu untuk meningkatkan efisiensi produksi dan menjaga kualitas produk. Selain mempercepat proses, produksi bakso otomatis juga dinilai lebih higienis dan tidak diragukan kebersihannya (Syahputra et al., 2019). Prinsip kerja mesin pencetak bakso melibatkan proses perpindahan adonan dari *hopper* ke dalam sistem *screw conveyor* yang mendorong adonan ke nosel secara terkendali dan stabil (Harmanto et al., 2023). Saat adonan keluar nosel pisau pemotong akan memotong adonan sehingga terbentuk butiran bakso. Variasi kecepatan dari kedua komponen ini sangat memengaruhi laju aliran dan massa butiran yang terbentuk (Nugroho et al., 2015; Sugiyanto & Mubtadi, 2018). Oleh karena itu, pengaturan kecepatan yang tepat menjadi krusial untuk memastikan mesin beroperasi optimal dan menghasilkan produk yang berkualitas (Sugiyanto & Mubtadi, 2018).

Salah satu indikator kualitas produk adalah massa bakso. Massa bakso menjadi variabel penting karena memengaruhi bahan baku yang digunakan dan biaya produksi. Menurut pelaku usaha UMKM bakso semakin berat bakso semakin banyak adonan yang diperlukan. Tidak sesuaiannya massa dapat menyebabkan pemborosan bahan atau produk yang tidak sesuai standar produsen, sehingga merugikan produsen. Dalam mesin pencetak bakso, massa yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses pencetakan dimana kecepatan *screw conveyor* dan pisau pemotong memiliki peran dalam menentukan massa bakso yang dihasilkan (Nugroho et al., 2015).

Studi tentang mesin pencetak bakso telah dilakukan sebelumnya. Seperti pengaruh putaran *screw* terhadap laju keluarnya adonan bakso, tetapi tidak mempertimbangkan interaksinya dengan kecepatan pisau pemotong (Yogi, 2022). Selanjutnya, tentang pengaruh kecepatan poros terhadap massa dan volume bakso. Dimana massa dan volume bakso

dipengaruhi oleh kecepatan *screw* dan mekanisme pemotong (Nugroho et al., 2015). Penelitian lain menemukan bahwa kecepatan *screw* yang terlalu tinggi dapat mengganggu mekanisme pemotong (Sugiyanto & Mubtadi, 2018).

Secara keseluruhan, penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh kecepatan *screw conveyor* saja tanpa melibatkan kecepatan pisau pemotong, baik terhadap keluaran adonan atau kualitas produk. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah yang belum banyak dibahas, yaitu analisis pengaruh kombinasi kecepatan *screw conveyor* dan pisau pemotong terhadap massa bakso.

Permasalahan yang diidentifikasi adalah Bagaimana pengaruh masing-masing variabel (kecepatan *screw* dan kecepatan pisau) serta interaksinya terhadap massa bakso. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel (kecepatan *screw* dan kecepatan pisau) serta interaksinya terhadap massa bakso. Hipotesis penelitian berpendapat bahwa variasi kecepatan kedua komponen tersebut secara signifikan memengaruhi massa bakso, di mana kombinasi kecepatan yang optimal akan menghasilkan massa bakso yang sesuai standar preferensi produsen.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Desain of Experiment Factorial* dan analisis ANOVA dua arah. Metode ini sebagai alat uji statistik untuk menganalisis pengaruh pada minimal dua populasi kelompok yang independen terhadap hasil/variabel terikat secara efisien (Rahmawati & Erina, 2020). Dimana proses pengambilan data mencakup mencetak bakso, merebusnya hingga matang, kemudian menimbangnya dengan timbangan digital. Kontribusi ilmiah dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi teknis bagi produsen bakso dalam mengoptimalkan penggunaan mesin pencetak, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk secara signifikan.

2. KAJIAN TEORITIS

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah *vertical meatball machine* yang dirancang untuk mencetak bakso secara otomatis dengan target produksi mencapai 250 butir/menit. Mesin ini digerakkan motor listrik berkapasitas 0,5 HP dengan kecepatan putaran 1400 rpm. Mesin ini dilengkapi dengan variasi diameter pisau berukuran 15 mm, 20 mm, dan 25 mm, sehingga memungkinkan produksi bakso dengan ukuran yang beragam sesuai kebutuhan produsen inginkan. Komponen utama terdiri dari *hopper* untuk menampung adonan, *screw conveyor* untuk mendorong adonan, dan pisau pemotong untuk mencetak bakso dengan

bentuk yang konsisten. Mesin pencetak bakso yang akan menjadi objek penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Vertical Meatball Machine

Screw Conveyor

Screw conveyor adalah alat mekanik yang berfungsi mengangkut material secara terkendali dan stabil (Harmanto et al., 2023). Prinsip kerjanya melibatkan *screw* yang berputar konstan dalam corong adonan pada kecepatan tertentu, sehingga adonan ikut berputar dan ter dorong keluar oleh gaya dorong (*thrust*) sekrup. Kecepatan putaran *screw* ini sangat memengaruhi aliran adonan yang keluar nosel semakin tinggi putaran, semakin cepat adonan keluar dan semakin besar massa yang dihasilkan atau dikeluarkan per satuan waktu (Yogi, 2022). Hal ini juga di dukung dengan *grand teori*, dimana semakin tinggi putaran poros (rpm) semakin besar laju massa adonan keluar dari nosel (Muhib, 2006). Persamaan untuk mengetahui seberapa banyak adonan yang keluar tiap satuan waktu sebagai berikut.

$$M = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S \cdot n \cdot \Phi \cdot \beta \cdot C \cdot \gamma$$

Dimana :

M = Laju massa adonan keluar dari nosel (kg/menit)

D = Dimeter rata-rata screw (meter)

S = screw pitch (meter)

n = putaran poros (rpm)

Φ = faktor beban, yang besarnya bergantung pada jenis dan kekentalan adonan

β = faktor kemiringan ulir screw

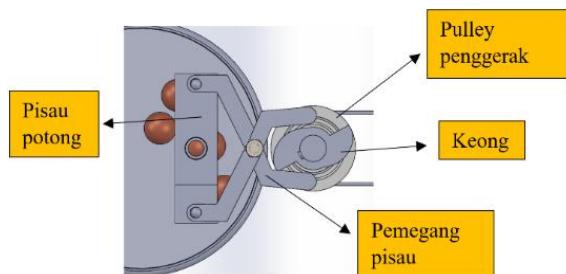
C = Faktor koreksi yang besarnya tergantung dari kemiringan poros screw

γ = massa jenis adonan (kg/m^3)

Pisau Pemotong

Pisau pemotong pada mesin bakso berfungsi memisahkan adonan menjadi butiran bulat saat keluar dari nosel. Geraknya digerakkan oleh *pulley*, di mana setiap satu putaran *pulley* mendorong pisau untuk memotong adonan dua kali. Akibatnya, semakin tinggi kecepatan putar (rpm), jumlah pemotongan per satuan waktu makin banyak. Semakin tinggi Rpm akan menghasilkan produk yang semakin kecil atau massa yang ringan (Nurgesang et al., 2019).

Gambar sistem penggerak pisau seperti ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 1. Mekanisme Pisau Pemotong

Kebutuhan Daya

Mesin pencetak bakso yang digerakkan motor listrik membutuhkan daya yang sebanding dengan kecepatan putarannya, sehingga konsumsi listrik dan biaya operasionalnya akan meningkat seiring naiknya RPM. Penambahan rpm memengaruhi besarnya daya yang dibutuhkan dimana semakin tinggi RPM, kebutuhan daya yang dibutuhkan juga semakin besar (Sandra & Meiselo, 2020; Ulaan et al., 2022). Selain itu juga didukung dengan persamaan teoritis sebagai berikut

$$P = T \cdot \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

T = torsi pada poros (Newton-meter)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

n = kecepatan poros (RPM)

Dari persamaan di atas dapat diartikan bahwa apabila torsi dianggap konstan maka daya berbanding lurus dengan kecepatan putar (RPM).

Dalam proses eksperimen, perhitungan konsumsi listrik yang diperlukan adalah dengan menghitung besarnya tegangan dan arus listrik yang terjadi. Sehingga dari hasil data eksperimen yang didapat bisa dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ (1 fasa)}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ (3 fasa)}$$

Dimana :

P = daya (watt)

V = tegangan listrik (volt)

untuk 3 phase 380 volt

untuk 1 phase 220 volt

I = arus listrik (ampere) dari tang ampere

$\cos\varphi$ = faktor daya

untuk motor listrik 3 phase memiliki faktor daya 0,84

untuk motor listrik 1 phase memiliki faktor daya 1

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*Experimental Research*) dengan pendekatan kuantitatif. Dengan berorientasi pada angka numerik, sehingga data yang didapatkan lebih detail, sistematis dan terstruktur. Penelitian eksperimen bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya melalui percobaan dan hasil pengolahan data yang terstruktur untuk mengukur besarnya pengaruh tersebut.

Penelitian ini dilakukan di Jalan Simbar Menjangan, Jarimulyo, Lowokwaru, Malang pada bulan Mei 2025 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong terhadap massa bakso yang dihasilkan saat mesin beroperasi.

Terdapat beberapa variabel yang digunakan pada berlangsungnya eksperimen ini. Variabel yang digunakan meliputi variabel bebas yang terdiri dari kecepatan *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong dan variabel terikatnya yaitu massa bakso. Untuk memvariasikan kecepatan putaran *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong penelitian ini akan menggunakan rasio putaran *pulley* (Suwarto et al., 2023). Alat untuk mengukur rpm dengan menggunakan *tachometer*. Putaran *pulley* pada *screw conveyor* dan pisau pemotong dapat dihitung melalui persamaan berikut

$$n_2 = \frac{n_1 \times d_1}{d_2}$$

Dimana :

n_1 = Putaran *pulley* penggerak (RPM)

d_1 = Diameter *pulley* penggerak (mm)

n_2 = Putaran *pulley* yang digerakkan (RPM)

d_2 = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

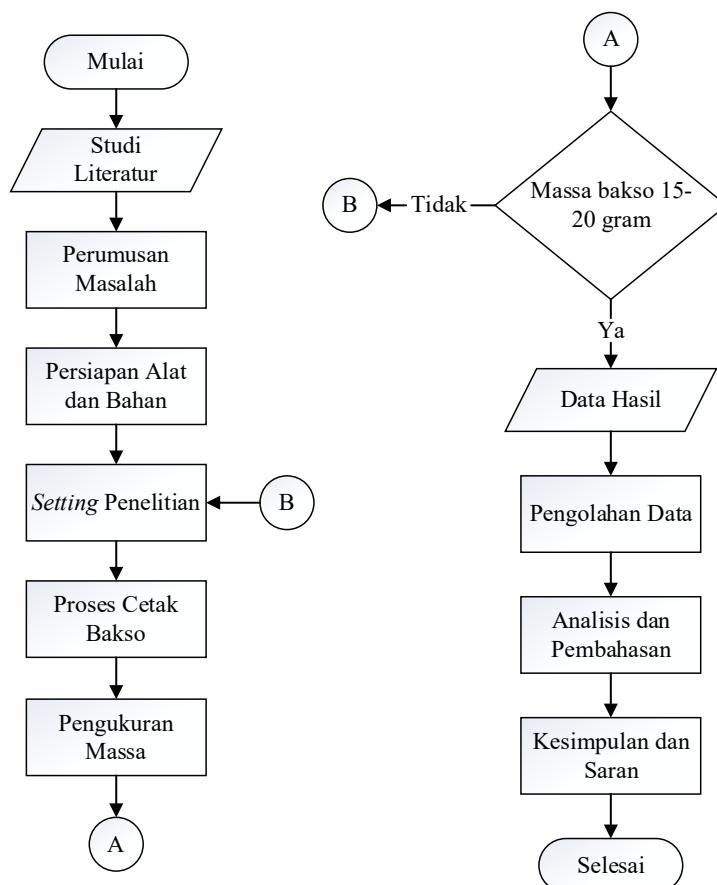
Variabel penelitian disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Daftar Variabel

| Variabel Bebas | Variabel Terikat | Variabel Terkontrol |
|---|----------------------------------|--|
| 1. Kecepatan screw conveyor <ul style="list-style-type: none"> • 160 rpm • 140 rpm • 124 rpm 2. Kecepatan pisau pemotong <ul style="list-style-type: none"> • 224 rpm • 186 rpm • 160 rpm | Massa butiran bakso (15-20 gram) | 1. Kuantitas adonan yang masuk 1 kg 2. Diameter nosel dan cetakan : $d = 25$ mm 3. Metode perlakuan pasca cetak direbus hingga mengapung 4. Bakso ditiriskan terlebih dahulu baru ditimbang |

Pengambilan Data

Diagram alir seperti pada gambar 3 berikut berfungsi untuk memudahkan ketika melaksanakan eksperimen secara urut dan sesuai dengan tahapan



Gambar 2. Diagram Alir

Pada metode pengambilan data ini terdapat beberapa langkah yang rinci sebagai berikut :

- Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan dan menguji fungsinya;
- Mengatur kecepatan *screw conveyor* dengan mengubah rasio *pulley mix*;
- Mengatur kecepatan pisau pemotong dengan mengubah rasio *pulley* pisau;
- Mengaktifkan mesin pencetak bakso dengan menyambungkan tenaga listrik untuk memutar motor listrik;
- Memeriksa dan memastikan kesesuaian kecepatan *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong dengan *tachometer*;
- Menyiapkan wadah berisi air panas untuk menampung bakso hasil cetakan dan mengisi hopper dengan adonan;
- Meletakkan adonan bakso pada hopper;
- Mengukur arus listrik ketika dengan beban (dengan adonan) menggunakan clamp meter dengan menjepitkannya pada salah satu kabel konduktor;
- Menguji setiap variasi variabel dengan mencetak bakso, merebusnya hingga mengapung, lalu menimbang beratnya menggunakan timbangan digital;
- Mencatat dan mendokumentasikan data rata-rata berat bakso yang diperoleh dari setiap variasi kecepatan;
- Melakukan analisa penelitian dengan menggunakan ANOVA dua arah dengan interaksi untuk mengetahui pengaruh dari kedua variabel bebas tersebut dalam bentuk data perhitungan, tabel, dan grafik;
- Menyimpulkan hasil analisis untuk memahami pengaruh kedua variabel bebas dan interaksinya terhadap hasil cetakan bakso

Penelitian menggunakan adonan bakso ayam dengan menguji sembilan kombinasi unik dari tiga level kecepatan *screw conveyor* dan tiga level kecepatan pisau pemotong, masing-masing direplikasi empat kali. Pengambilan sampel dilakukan dengan merebus adonan hasil cetak hingga mengapung menjadi bakso. Ini menjadi pembeda dari metode yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya selain jenis adonan dan kecepatan pisau pemotong sebagai variabel bebas. Kemudian penghitungan massa bakso dilakukan dengan menggunakan timbangan digital, lalu diambil rata-rata massa bakso yang dihasilkan tiap replikasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

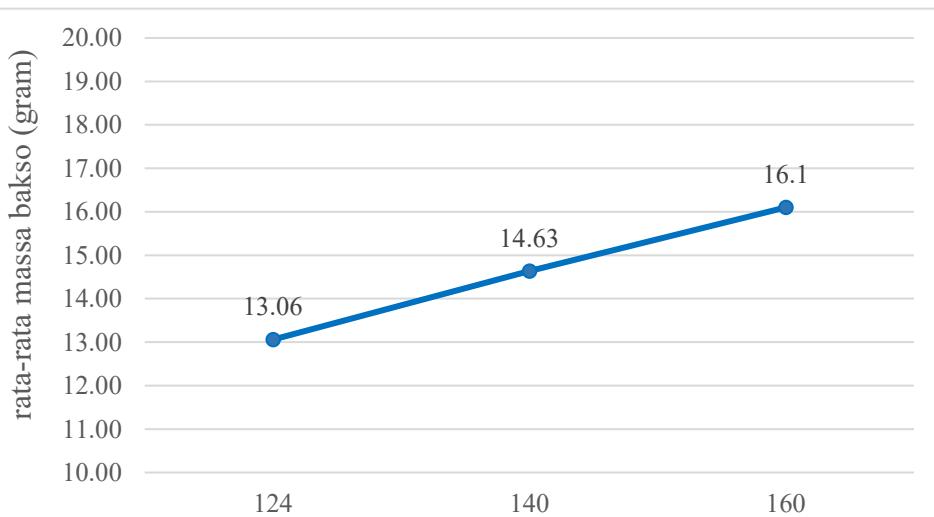
Data hasil proses pencetakan bakso didapatkan data berupa rata-rata massa bakso yang dihasilkan tiap replikasi selanjutnya di inputkan ke dalam tabel yang telah dibuat untuk memudahkan proses analisa. Untuk tabel hasil rata-rata massa bakso dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data hasil eksperimen

| Kecepatan <i>screw conveyor</i> (RPM) | Kecepatan Pisau pemotong (RPM) | Rata-rata massa bakso hasil mesin pada replikasi ke- (gram) | | | | Rata- rata seluruh replikasi (gram) | Daya (watt) |
|---|---|---|------|------|------|---|----------------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 160 | 224 | 15 | 16,5 | 15,9 | 15,4 | 15,7 | 418 |
| | 186 | 14,3 | 18,6 | 18,1 | 12,9 | 16 | 396 |
| | 160 | 16,1 | 15,5 | 17,9 | 17 | 16,6 | 374 |
| 140 | 224 | 12,2 | 11,9 | 11,5 | 10 | 11,4 | 374 |
| | 186 | 13,9 | 13,6 | 14,7 | 12,3 | 13,6 | 352 |
| | 160 | 18,6 | 18,5 | 18,8 | 19,5 | 18,9 | 330 |
| 124 | 224 | 9,3 | 10,5 | 10,7 | 11,8 | 10,6 | 352 |
| | 186 | 13 | 13,8 | 12,9 | 12,5 | 13 | 330 |
| | 160 | 14,8 | 16,4 | 16,8 | 14,4 | 15,6 | 308 |

Kecepatan *Screw Conveyor* terhadap Massa Bakso

Berdasarkan grafik pada gambar 4 di bawah mengenai pengaruh kecepatan *screw conveyor* terhadap massa. Nilai-nilai massa yang ditampilkan di grafik merupakan hasil perhitungan rata-rata dari keseluruhan kombinasi kecepatan pisau pemotong untuk setiap level kecepatan *screw conveyor*. Adonan yang ditekan keluar oleh *screw conveyor* menunjukkan seberapa banyak adonan yang keluar nozel. Apabila kecepatan pisau pemotong dianggap



Gambar 3. Pengaruh Kecepatan Screw Conveyor terhadap Massa Bakso

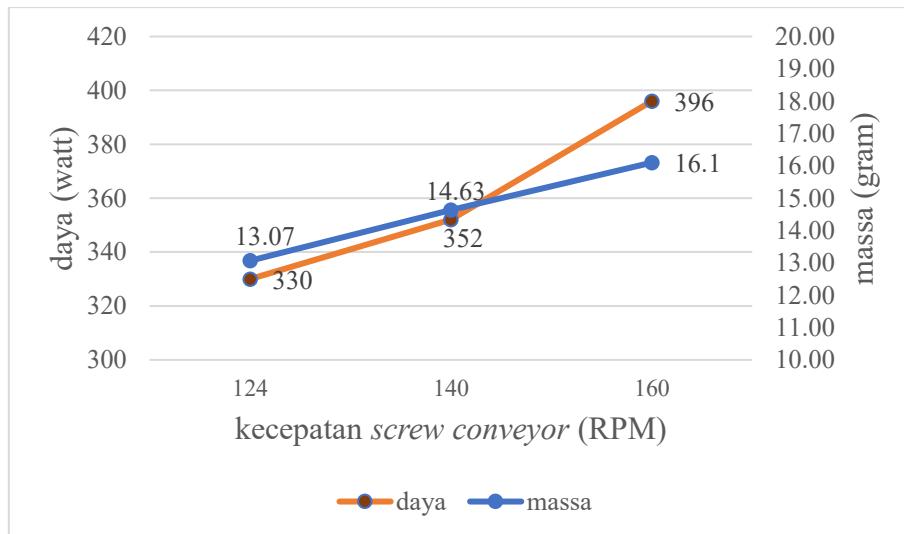
konstan, semakin cepat *screw conveyor* adonan yang keluar semakin cepat. Sehingga adonan yang terdorong sebelum dipotong pisau menjadi semakin banyak.

Hasil temuan eksperimen ini selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Sugiyanto & Mubtadi, 2018) dan (Yogi, 2022) yaitu semakin tinggi putaran *screw* semakin besar kecepatan keluaran adonan dan otomatis semakin banyak massa yang keluar tiap satuan waktu. Selain itu juga berdasarkan persamaan

$$M = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S \cdot n \cdot \Phi \cdot \beta \cdot C \cdot \gamma$$

Dimana dalam eksperimen penggunaan rumus tersebut untuk membuktikan bahwa n berbanding lurus dengan M . Serta terdapat variabel yang tidak berubah dan dapat diasumsikan konstan sehingga pembuktian lebih sederhana tanpa mengurangi validitas. Sehingga hubungan laju massa adonan keluar dari nosel terhadap putaran berbanding lurus. Semakin tinggi putaran semakin tinggi laju massa adonan keluar. Semakin tinggi laju semakin berat massa adonan yang terbentuk.

Kecepatan *Screw Conveyor* terhadap Kebutuhan Daya Motor Listrik



Gambar 4. Kecepatan screw conveyor terhadap kebutuhan daya motor listrik

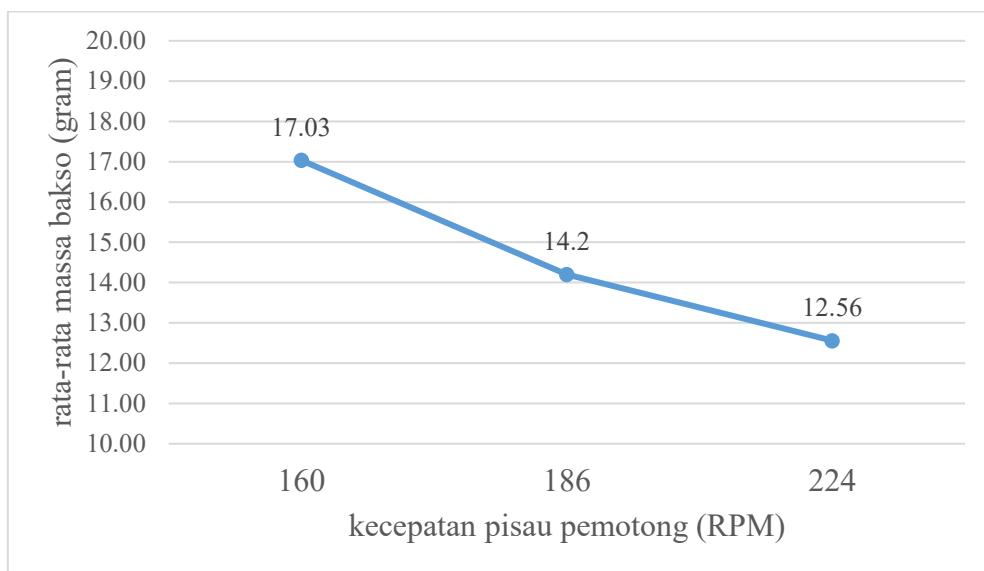
Berdasarkan grafik pada gambar 5, terlihat bahwa peningkatan kecepatan *screw conveyor* berpengaruh terhadap daya motor listrik yang dibutuhkan. Penambahan RPM pada proses pengadukan dan penekanan adonan oleh *screw conveyor* menyebabkan meningkatnya kebutuhan daya. Garis oranye pada grafik menunjukkan tren kenaikan daya seiring bertambahnya RPM, sementara garis biru menunjukkan peningkatan massa bakso yang terbentuk. Dengan demikian, semakin tinggi RPM *screw*, semakin besar daya listrik yang dibutuhkan, dan semakin massa massa bakso yang dihasilkan.

Hasil temuan eksperimen ini selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Sandra & Meiselo, 2020) dan (Ulaan et al., 2022) yaitu semakin tinggi putaran *screw* semakin besar kebutuhan daya motor listrik yang diperlukan. Selain itu juga berdasarkan persamaan

$$P = T \cdot \frac{2\pi n}{60} \quad (\text{Khurmi \& Gupta, 2005})$$

Dimana dalam eksperimen beban dan banyaknya adonan yang digunakan selalu sama maka torsi dianggap konstan. Sehingga kecepatan putar (*n*) berbanding lurus dengan daya (*P*). Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar (*n*) semakin besar pula daya (*P*) yang diperlukan.

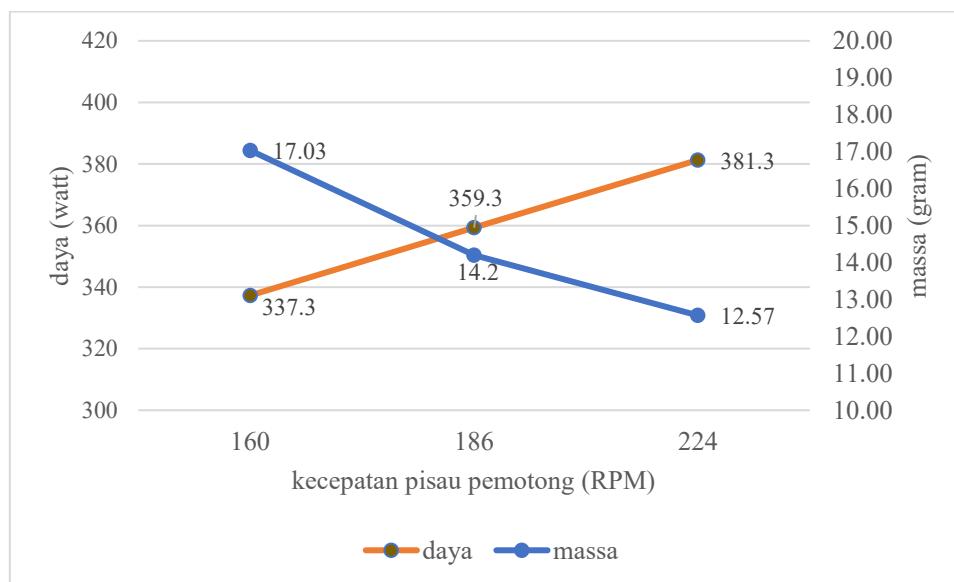
Kecepatan Pisau Pemotong terhadap Massa Bakso



Gambar 5. Pengaruh kecepatan pisau terhadap massa bakso

Berdasarkan grafik pada gambar 6 di atas mengenai pengaruh kecepatan pisau pemotong terhadap massa. Nilai-nilai massa yang ditampilkan di grafik merupakan hasil perhitungan rata-rata dari keseluruhan kombinasi kecepatan *screw conveyor* untuk setiap level kecepatan pisau pemotong. Pisau pemotong bertugas untuk memisahkan adonan yang keluar dari nosel akibat penekanan yang dilakukan oleh *screw conveyor* di dalam *hopper*. Apabila kecepatan *screw conveyor* dianggap konstan sehingga laju massa adonan keluar dari nosel konstan dan semakin cepat pisau memotong maka bakso yang dihasilkan akan menghasilkan massa yang ringan. Hal ini disebabkan karena bakso yang terbentuk akibat pemotongan yang cepat cenderung kecil. Hasil temuan eksperimen ini selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Nurgesang et al., 2019) dan (Ibrohim & Hariyono, 2024) yaitu semakin tinggi Rpm akan menghasilkan produk yang semakin kecil dengan massa yang ringan.

Kecepatan Pisau Pemotong terhadap Kebutuhan Daya Motor Listrik



Gambar 6. Kecepatan pisau pemotong terhadap kebutuhan daya motor listrik

Berdasarkan grafik pada gambar 4.4 di atas mengenai pengaruh kecepatan pisau pemotong terhadap daya motor listrik. Penambahan rpm pada pulley penggerak pisau untuk proses pemotongan adonan yang keluar dari nosel memengaruhi besarnya daya yang dibutuhkan. Terlihat pada grafik garis berwarna oranye menunjukkan tren kenaikan daya seiring bertambahnya RPM, sementara garis biru menunjukkan penurunan massa bakso yang terbentuk. Dengan demikian, semakin tinggi RPM pisau, semakin besar daya listrik yang dibutuhkan, dan semakin ringan massa bakso yang dihasilkan.

Hasil temuan eksperimen ini selaras dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Sandra & Meiselo, 2020) dan (Ulaan et al., 2022) yaitu semakin tinggi putaran screw semakin besar kebutuhan daya motor listrik yang diperlukan. Selain itu juga berdasarkan persamaan

$$P = T \cdot \frac{2\pi n}{60} \quad (\text{Khurmi \& Gupta, 2005})$$

Dimana dalam eksperimen beban dan banyaknya adonan yang digunakan selalu sama maka torsi dianggap konstan. Sehingga kecepatan putar (n) berbanding lurus dengan daya (P). Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar (n) semakin besar pula daya (P) yang diperlukan.

Two Ways ANOVA

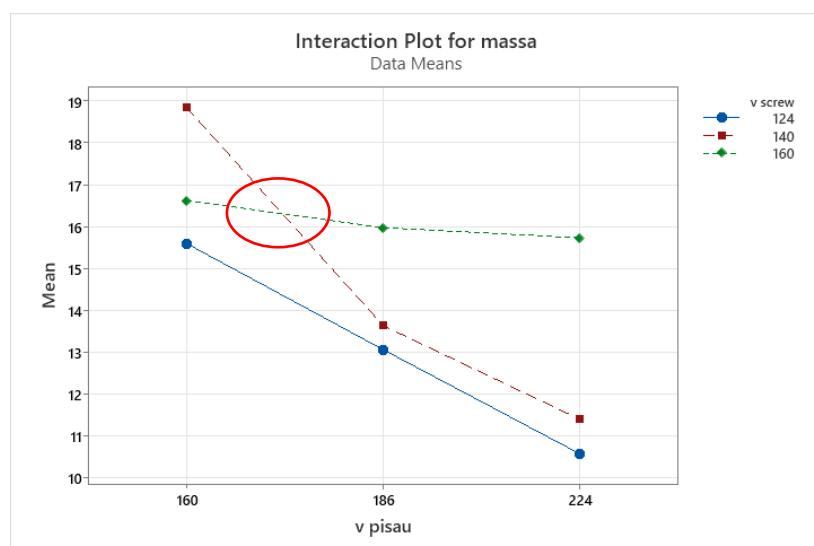
Dari data hasil pengujian analisis menggunakan minitab 21 yang ditunjukkan oleh tabel 3 di bawah, diperoleh nilai *P-value* untuk masing-masing variabel bebas dan interaksinya. Nilai *P-value* kecepatan *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong masing-masing sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari 0,05. Sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, dengan demikian kedua variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap massa bakso yang dihasilkan. Selain itu, interaksi antara kecepatan *screw conveyor* dan kecepatan pisau pemotong juga menunjukkan pengaruh yang signifikan, hal ini ditunjukkan oleh nilai *P-value* sebesar 0,000 ($p\text{-value} < 0,05$). Maka dapat disimpulkan bahwa baik secara individu maupun interaksi keduanya memiliki peran dalam menentukan massa bakso.

Tabel 3 Two ways ANOVA

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-----------------|----|--------|--------|---------|---------|
| v screw | 2 | 55,12 | 27,562 | 17,33 | 0,000 |
| v pisau | 2 | 121,74 | 60,869 | 38,27 | 0,000 |
| v screw*v pisau | 4 | 47,37 | 11,844 | 7,45 | 0,000 |
| Error | 27 | 42,94 | 1,590 | | |
| Total | 35 | 267,18 | | | |

Interaction Effect Plot



Gambar 7. Grafik interaksi

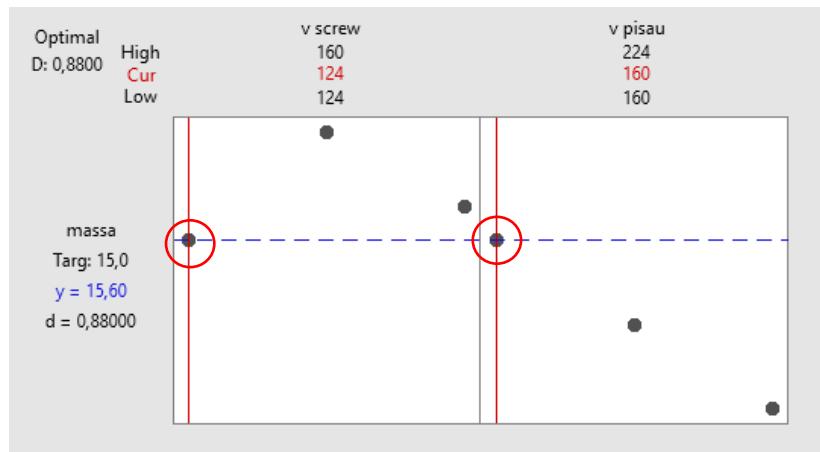
Berdasarkan grafik pada gambar 8 di atas terdapat garis yang memiliki indikator warna. Untuk nilai hasil massa bakso pada kecepatan putaran screw 160 RPM (ditunjukkan garis berwarna hijau) dengan kecepatan pisau 160 RPM menghasilkan massa bakso 16,6 gram, kemudian dengan kecepatan pisau 186 RPM dan 224 RPM menghasilkan massa bakso berturut-turut 16 gram dan 15,7 gram.

Pada kecepatan kecepatan putaran screw 140 RPM (ditunjukkan garis berwarna merah) dengan kecepatan pisau 160 RPM menghasilkan massa bakso 18,9 gram, kemudian dengan kecepatan pisau 186 RPM dan 224 RPM menghasilkan massa bakso berturut-turut 13,6 gram dan 11,4 gram.

Untuk kecepatan putaran screw 124 RPM (ditunjukkan garis berwarna biru) dengan kecepatan pisau 160 RPM menghasilkan massa bakso 15,6 gram, kemudian dengan kecepatan pisau 186 RPM dan 224 RPM menghasilkan massa bakso berturut-turut 13 gram dan 10,6 gram.

Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi yang sangat signifikan karna garis gambar menunjukkan garis-garis berhimpit dan saling berpotongan.

Response Optimization



Gambar 8. Response Optimization

Setelah dilakukan analisis data menggunakan Minitab 21, diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada gambar 9. Dengan menetapkan target massa bakso dalam rentang 15–20 gram, nilai *desirability* (D) yang dihasilkan adalah 0,88. Berdasarkan kategori tingkat optimalisasi, nilai ini termasuk dalam kategori *excellent optimization*, yang berarti proses sudah menunjukkan tingkat optimalisasi sangat baik. Berdasarkan hasil ini, pengaturan terbaik pada mesin pencetak bakso diperoleh dengan kombinasi kecepatan *screw* sebesar 124 RPM

dan kecepatan pisau pemotong sebesar 160 RPM. Kombinasi ini ditunjukkan oleh titik yang dilintasi oleh garis merah serta garis biru putus-putus pada grafik *response optimization*.

5. KESIMPULAN

Terdapat pengaruh variasi kecepatan putar *screw conveyor* terhadap massa bakso. Dimana semakin tinggi kecepatan putar *screw* adonan yang keluar semakin banyak dan cepat sehingga massa bakso yang terbentuk semakin berat. Kecepatan *screw* yang menghasilkan massa bakso dalam *range* 15-20 gram adalah pada kecepatan 124 RPM dengan konsumsi daya rata-rata 330 watt.

Terdapat pengaruh variasi kecepatan pisau pemotong terhadap massa bakso. Dimana semakin tinggi kecepatan pisau, adonan yang terbentuk atau terpisah menjadi bulatan bakso semakin banyak dan cepat sehingga bakso yang terbentuk cenderung lebih kecil-kecil serta dengan massa yang ringan. Kecepatan pisau yang menghasilkan massa bakso dalam *range* 15-20 gram adalah pada kecepatan 160 RPM dengan konsumsi daya rata-rata 337,3 watt.

Interaksi antara kecepatan *screw conveyor* dan pisau pemotong terbukti berpengaruh terhadap massa bakso yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan melalui analisis statistic pada *Two ways ANOVA* dan grafik *Interaction Effect Plot*. Berdasarkan hasil *response optimization*, kombinasi kecepatan *screw conveyor* dan pisau pemotong yang paling optimal untuk menghasilkan bakso dengan massa sesuai kisaran 15–20 gram adalah pada 124 RPM untuk *screw conveyor* dan 160 RPM untuk pisau pemotong.

Saran

Beberapa saran teknikal yang dapat penulis sampaikan kepada pengguna mesin sejenis sebagai berikut:

- Gunakan pulley 4,5 inchi pada pemutar *screw conveyor* untuk mendapatkan kecepatan 124 RPM dan pulley 3,5 inchi pada pemutar pisau pemotong untuk mendapatkan kecepatan 160 RPM sehingga massa bakso yang dihasilkan di dalam *range* 15-20 gram;
- Gunakan adonan dengan komposisi daging yang lebih banyak dari tepung untuk mendapatkan bakso dengan rasa daging yang lebih kuat;
- Gunakan adonan yang banyak sekaligus dalam melakukan proses pencetak bakso agar lebih efisien;
- Sesuaikan lebar bukaan katup agar bakso yang terbentuk menjadi bulat.

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan kepada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Gunakan adonan dengan jenis daging serta komposisi yang berbeda agar mendapatkan viskositas adonan yang berbeda sehingga hasil akhir dapat berbeda;
- Gunakan jumlah adonan yang lebih banyak pada setiap eksperimen untuk meningkatkan efisiensi mesin. Karena mesin didesain untuk mencetak bakso dengan kapasitas hopper maksimal 5 kg. Semakin banyak semakin baik dan tidak ada sisa adonan yang tidak dapat terdorong oleh *screw*;
- Untuk mengefektifkan waktu penelitian hendaknya menggunakan v-belt yang menyesuaikan ukuran pulley variasi agar tidak mengatur ulang jarak antar porosnya.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024, January 15). Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2024 - Tabel Statistik - Badan Pusat Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTUwIzE=/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting--2007-2023.html>.
- Badan Standardisasi Nasional, Pub. L. No. SNI 3818:2014, 2014 Badan Standardisasi Nasional 1 (2014). https://www.academia.edu/19596656/28853_SNI_3818_2014_BAKSO
- Harmanto, S., Kristiawan, T. A., Alisyafa'at, A. D., & Wattimena, R. M. (2023). Pengaruh Pitch Pada Screw Conveyor Machine Terhadap Kualitas Penirisian Cacahan Plastik Basah. Jurnal Rekayasa Mesin, 18(1), 97-104. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i1.3775>
- Ibrohim, M. A., & Hariyono, A. (2024). Pengaruh Variasi Kecepatan Putar dan Sudut Kemiringan Poros Pisau Terhadap Kualitas Hasil Pemotongan pada Mesin Pemotong Daun Bibit Bawang Merah. Jurnal Publikasi Ilmu Teknik, 3(3), 175-186. <https://doi.org/10.55606/juprit.v3i3.4247>
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). A textbook of machine design. Chand.
- Muhib, A. Z. (2006). Mesin Pemindah Bahan (Material Handling Equipment). Andi.
- Nugroho, C., Yuniarrah, N., & Widiawan, S. (2015). Pengaruh Kecepatan Putar Poros Terhadap Massa dan Volume Bakso yang Dihasilkan Pada Vertical Meatballs Machine. Jurnal Integrasi, 7(2), 119-122.
- Nurgesang, F. A., Ridlwan, M., & Pangestu, P. (2019). The Manufacturing of Banana Cutting Machine for Making Chips with Capacity of 35 kg/h to Improve Productivity of a Home Industry in Putat Village, Gunungkidul, Yogyakarta. Prosiding SNTTM, 18, 1-7.
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur. OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika, 4(1), 54-62. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>
- Sandra, E., & Meiselo, A. F. (2020). Analisa performansi mesin pembuat tepung beras tipe disc mill FFC 15. TEKNIKA : Jurnal Teknik, 6(2), 257-265.

- Sugiyanto, B., & Mubtadi, B. I. (2018). Pengaruh Putaran Screw Terhadap Keluarnya Adonan Dari Nisel Mesin Pencetak Bakso. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, 17(2), 29-35.
- Suwarto, Sudirman, A., Madi, A., & Alamsyah, F. (2023). Perencanaan kontruksi dan perhitungan kapasitas pada mesin pencetak bakso. MeKanik, 16(1), 15-21.
- Syahputra, G., Nazaruddin, & Herisiswanto. (2019). Rancang Bangun Rangka Pencetak Bakso Dengan Kapasitas 250 Butir/Menit. Jom FTEKNIK, 6(2), 1-6.
- Ulaan, T., Poeng, R., & Rondonuwu, I. (2022). Pengaruh Pemesinan Bubut Kering Terhadap Daya Motor Listrik Dengan Menvariasikan Putaran Spindel. Jurnal Poros Teknik Mesin UNSRAT, 11(2), 146.
- Yogi, H. P. (2022). Analisis Pengaruh Putaran Screw Terhadap Keluarnya Adonan Dari Mesin Pencetak Bakso. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.