

Perancangan dan Uji Kinerja Mesin Tusuk Sate dengan Sistem Penggerak Motor Listrik

M. Iqbal¹, Rahmadsyah^{2*}, Moraida Hasanah³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Asahan, Jl. Jenderal Ahmad Yani, Kelurahan Kisaran Naga, Kecamatan Kota Kisaran Timur, Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.

E-mail: syahuna10@gmail.com

*Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerk.in.v5i1.7981>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 12 Sep 2026

Revised: 18 Sep 2026

Accepted: 24 Sep 2026

Kata Kunci:

Mesin Tusuk Sate,
Motor Listrik, Sabuk-
Pulley, Kapasitas
Produksi, Bambu.

Keywords:

Bamboo Skewer
Machine, Electric
Motor, Belt-Pulley
System, Production
Capacity, Bamboo.



ABSTRACT

Industri pembuatan tusuk sate di tingkat rumah tangga masih mengandalkan proses manual yang menghasilkan produk dengan kualitas dan dimensi yang kurang seragam. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji kinerja mesin tusuk sate otomatis dengan sistem penggerak motor listrik untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi produksi. Mesin dirancang menggunakan motor listrik 560 W dan ditransmisikan melalui sistem sabuk-pulley dengan rasio reduksi 3,94:1. Metode penelitian mencakup studi literatur, perancangan spesifik mesin menggunakan software AutoCAD, pembuatan dan perakitan mesin, serta pengujian kinerja pada berbagai putaran motor. Hasil analisis perhitungan menunjukkan putaran keluaran 355,6 rpm dengan torsi 15,04 N·m, kecepatan sabuk 5,59 m/s, dan gaya efektif sabuk 100,18 N. Pengujian mesin pada putaran 1.400 rpm menghasilkan kapasitas produksi sebesar 69,93 batang/jam dengan waktu produksi rata-rata 51,48 detik per batang. Analisis komponen menunjukkan bearing 6304 memiliki umur nominal 31.200.000 jam, sambungan las SMAW dengan faktor keamanan 47,93, sehingga semua komponen memenuhi persyaratan pembebanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin tusuk sate dengan sistem penggerak motor listrik dapat diimplementasikan secara efektif untuk meningkatkan produktivitas pembuatan tusuk sate berbahan bambu di tingkat UMKM.

The bamboo skewer production industry at the household level still relies on manual processes that result in products with inconsistent quality and dimensions. This research aims to design and evaluate the performance of an automated bamboo skewer machine with an electric motor drive system to improve production efficiency and consistency. The machine was designed using a 560 W electric motor and transmitted through a belt-pulley system with a reduction ratio of 3.94:1. The research methodology includes literature review, specific machine design using AutoCAD software, machine fabrication and assembly, and performance testing at various motor speeds. Results of calculation analysis show an output speed of 355.6 rpm with a torque of 15.04 N·m, belt linear velocity of 5.59 m/s, and effective belt force of 100.18 N. Machine testing at 1,400 rpm motor speed resulted in a production capacity of 69.93 skewers/hour with an average production time of 51.48 seconds per skewer. Component analysis indicates that bearing 6304 has a nominal life of 31,200,000 hours, SMAW weld joints with a safety factor of 47.93, ensuring all components meet loading requirements. The research results demonstrate that a bamboo skewer machine with an electric motor drive system can be effectively implemented to increase bamboo skewer production productivity at the small and medium enterprise (SME) level.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: M. Iqbal, et al. (2026), Perancangan dan Uji Kinerja Mesin Tusuk Sate dengan Sistem Penggerak Motor Listrik. 5(1).<https://doi.org/10.31004/jerk.in.v5i1.7981>

PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu sumber daya alam strategis di Indonesia yang memiliki potensi ekonomi tinggi. Tanaman ini tumbuh dengan cepat dan dapat dipanen dalam waktu 3-5 tahun serta dapat

dipanen secara berkelanjutan tanpa perlu penanaman ulang (Sukroni et al., 2025). Sejalan dengan hal tersebut, produksi tanaman bambu nasional pada tahun 2018 mencapai 20.397.228,66 batang yang terbagi ke dalam dua wilayah produksi utama di Jawa serta Bali dan Nusa Tenggara (STATISTIK PRODUKSI KEHUTANAN, 2018). Bambu memiliki karakteristik fisik yang unik dengan struktur batang berongga tersusun atas bagian ruas (internode) dan buku (node), sehingga menghasilkan rasio kekuatan terhadap berat yang relatif tinggi (Syahbana et al., 2025).

Salah satu produk bernilai ekonomi yang dapat dihasilkan dari bambu adalah tusuk sate. Tusuk sate merupakan produk berbentuk batang kecil yang digunakan sebagai media penusuk dan penahan bahan makanan dalam proses penyajian maupun pemanggangan sate. Dalam proses pembuatannya, bambu perlu diubah dari bentuk batang menjadi bilah dengan ukuran tertentu, kemudian diproses melalui tahapan pengiratan, penyerutan, dan peruncingan sehingga diperoleh tusuk dengan dimensi dan bentuk yang sesuai (Yuli Susanto & Fahrudin, n.d.).

Namun demikian, pengelolaan bambu pada sebagian besar industri rumah tangga masih dilakukan secara manual menggunakan pisau, golok, dan alat penyerut sederhana. Kondisi tersebut menyebabkan proses produksi membutuhkan waktu dan tenaga yang relatif besar serta menghasilkan produk dengan kualitas dan ukuran yang kurang seragam (Made Adi Sayoga et al., 2023). Perubahan kadar air dapat menyebabkan perubahan dimensi dan karakteristik mekanik bambu, sehingga kondisi bahan baku perlu dikendalikan agar proses pemotongan dan penyerutan menghasilkan produk yang lebih seragam (Rini et al., 2023).

Penggunaan mesin otomatis dengan sistem penggerak motor listrik dapat menjadi solusi untuk meningkatkan produktivitas, konsistensi produk, dan efisiensi operasional (Kido et al., 2021). Motor listrik merupakan mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerakan putar pada poros, sehingga dapat digunakan sebagai sumber penggerak berbagai mesin mekanis (Mahendra et al., 2024). Kinerja motor listrik dapat dianalisis melalui beberapa parameter utama seperti daya, torsi, putaran, tegangan, dan arus listrik. Putaran motor juga menjadi parameter penting dalam perancangan mesin karena menentukan kecepatan kerja mekanisme yang terhubung dengan poros motor (Syafiqri & Azis, 2025).

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan mesin tusuk sate dengan berbagai pendekatan teknologi. Sukroni et al. (2025) merancang mesin pencetak tusuk sate yang efektif dan efisien dengan menggunakan teknologi double roll untuk meningkatkan produktivitas UMKM. Putu Aditya (2025) membuat mesin tusuk sate dengan penghalus tusuk sate lilit untuk mempermudah pelaku UMKM dalam menghaluskan tusuk sate dengan jumlah banyak dan waktu penghalusan yang singkat. Penelitian oleh Kido et al. (2021) menjelaskan bahwa cara membuat tusuk sate memiliki 2 cara yaitu membuat secara manual dan menggunakan mesin semi otomatis yang dijalankan oleh motor listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengembangkan mesin tusuk sate otomatis dengan sistem penggerak motor listrik yang efektif dan dapat diimplementasikan di industri rumah tangga. Mesin yang dirancang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tusuk sate, serta memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan teknologi mesin otomatis di bidang pengolahan produk makanan. Penelitian ini juga menjadi referensi bagi UMKM untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi melalui penerapan teknologi mesin berbasis motor listrik.

METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan dan pengujian mesin yang dilakukan melalui tahapan studi literatur, perancangan spesifikasi mesin, pembuatan dan perakitan mesin, pengujian mesin, serta analisis data hasil pengujian. Metode pengumpulan data pada penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data eksperimen melalui pengukuran rpm, arus, tegangan, waktu proses, jumlah tusuk, dan persentase keberhasilan, pengujian kinerja, serta dokumentasi hasil pengujian dan catatan kegagalan atau kemacetan mesin. Analisis dilakukan dengan menghitung daya dan torsi motor, rasio transmisi, putaran pulley mesin, torsi keluaran, kecepatan sabuk, gaya efektif sabuk, analisis bearing, analisis sambungan las, serta kapasitas dan produktivitas mesin.

Pembuatan mesin tusuk sate dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Asahan dengan waktu perancangan mesin selama 1 bulan. Dalam proses pembuatan

mesin tusuk sate dengan sistem penggerak motor listrik diperlukan alat dan bahan berupa trafo las, gerinda tangan, mesin bor tangan, meteran dan siku bangunan. Trafo las digunakan untuk menyambungkan bagian besi dalam pembuatan rangka, gerinda tangan digunakan untuk memotong besi siku, mesin bor tangan digunakan untuk membuat lubang baut pada rangka, meteran digunakan untuk mengukur besi, dan siku bangunan digunakan untuk menyikukan plat besi serta bahan utama yang digunakan untuk membuat rangka adalah besi siku.

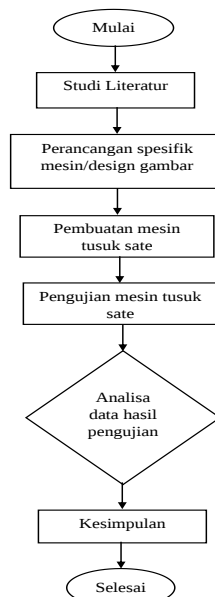
Prosedur Penelitian

Perancangan mesin pembuat tusuk sate dilakukan menggunakan perangkat lunak AutoCAD. Setelah desain mesin selesai, proses dilanjutkan dengan pembuatan dan perakitan mesin. Rangka dibuat dari bahan besi yang dipotong sesuai dimensi rancangan. Rangka mesin memiliki panjang 1.355 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1.025 mm. Setelah rangka selesai dibuat, tahap berikutnya adalah pembuatan pisau irat yang berfungsi memisahkan bagian kulit dan hati bambu dari bagian daging bambu yang digunakan sebagai bahan utama tusuk sate. Jarak pisau irat dibuat bertingkat 2,6 mm pada setiap tingkat untuk membantu proses pengiratan. Proses selanjutnya adalah membuat pisau serut dan komponen mesin lainnya.

Prinsip kerja mesin dimulai dari motor listrik sebagai penggerak utama. Motor terhubung dengan pulley untuk menggerakkan gear sehingga roller dapat berputar sebagai penghantar bahan baku bambu. Roller pertama mendorong bambu menuju roller kedua sampai proses pemakanan, sedangkan roller ketiga membantu menarik bambu dari roller pertama dan kedua. Setelah bambu terlepas dari roller pertama, roller keempat membantu memberikan tenaga tarik sehingga proses pemakanan dapat berlangsung.

Komponen utama mesin meliputi pisau irat, pisau serut, pisau peruncing, pulley, bearing UCP, gear dan chain, roller karet, poros, serta motor penggerak. Pisau irat berfungsi memisahkan kulit bambu, pisau serut membentuk bambu menjadi bagian yang akan menjadi tusuk, sedangkan pisau peruncing digunakan untuk meruncingkan ujung bambu. Roller karet digunakan sebagai penghantar bahan baku.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap proses kerja mesin berfungsi atau terjadi kerusakan. Mesin dinyatakan mengalami permasalahan apabila terjadi kondisi seperti pisau peruncing terlepas dari dudukannya atau terjadi slip ketika bambu memasuki proses pemakanan pisau serut. Apabila ditemukan kejanggalan, dilakukan peninjauan kembali terhadap proses yang tidak sesuai dengan fungsinya. Tahapan penelitian dapat dilihat dari diagram penelitian di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir

Berdasarkan diagram alir pada gambar 1 tersebut, penelitian dimulai dari studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan perancangan spesifik mesin/desain gambar, pembuatan mesin tusuk sate, pengujian mesin tusuk sate, analisis data hasil pengujian, dan diakhiri dengan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data Aktual Mesin

Data aktual diperoleh melalui pengukuran langsung terhadap mesin tusuk sate yang telah dirancang dan dibuat. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan perhitungan, analisis kinerja dan evaluasi kesesuaian antara hasil perancangan dengan kondisi mesin sebenarnya. Data aktual mesin dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Aktual Mesin

No	Parameter	Data aktual	Satuan
1	Daya motor	560	W
2	Putaran motor	1.400	rpm
3	Diameter pulley motor	30	mm
4	Diameter pulley poros	7,62	mm
5	Jenis bearing	6304	-
6	Diameter bambu	5-10	mm
7	Panjang bambu	300	mm
8	Panjang mesin	600	mm
9	Lebar mesin	500	mm
10	Tinggi mesin	750	mm
11	Berat mesin	80	kg
12	Material rangka	Besi siku / cor	batang

Perhitungan Daya dan Torsi Motor Listrik

Motor listrik yang digunakan memiliki daya 560 W dengan putaran 1.400 rpm. Berdasarkan hubungan antara daya dan putaran, torsi motor dihitung menggunakan persamaan:

$$T = \frac{9550 \times P}{n}$$

Dimana:

P = daya motor (0,56 Kw)

n = Putaran motor (1400 rpm)

maka :

$$T = \frac{9550 \times P}{n}$$

$$T = \frac{9550 \times 0,56}{1400}$$

$$T = 3,82 \text{ N.m}$$

Kecepatan sudut motor diperoleh sebesar:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi 1400}{60}$$

$$\omega = 146,61 \text{ rad/s}$$

Dengan demikian, torsi motor yang diperoleh sebesar 3,82 N·m dan kecepatan sudut sebesar 146,61 rad/s.

Perhitungan sistem sabuk dan pulley

Sistem sabuk dan pulley berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari motor listrik ke poros penggerak mekanisme penusukan sekaligus menurunkan putaran dan meningkatkan torsi. Berdasarkan diameter pulley motor ($D_1 = 76,2 \text{ mm}$) dan diameter pulley mesin ($D_2 = 300 \text{ mm}$), perhitungan sistem transmisi dilakukan sebagai berikut:

Rasio transmisi pulley

$$i = \frac{D_2}{D_1}$$

$$i = \frac{300}{76,2}$$

$$i = 3,94$$

Putaran pulley mesin

$$N_2 = \frac{N_1 \times D_1}{D_2}$$

$$N_2 = \frac{1400 \times 76,2}{300}$$

$$N_2 = 355,6 \text{ rpm}$$

Torsi pada pulley mesin

$$T_2 = T_1 \frac{N_1}{N_2}$$

Dimana:

T1 = Torsi pada motor (3,82 N.m)

Maka :

$$T_2 = T_1 \frac{N_1}{N_2}$$

$$T_2 = 3,82 \times \frac{1400}{355,6}$$

$$T_2 = 15,04 \text{ Nm}$$

Kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times D_1 \times n}{60}$$

$$V = \frac{\pi \times 0,0762 \times 1400}{60}$$

$$V = 5,59 \text{ m/s}$$

Gaya efektif sabuk

$$F_t = \frac{P}{V}$$

$$F_t = \frac{560}{5,59}$$

$$F_t = 100,18 \text{ N}$$

Sudut kontak sabuk

$$\theta = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{(D_2 - D_1)}{2C}$$

Dimana :

Diameter pulley kecil, D1=3 inch

Diameter pulley besar, D2=30 cm = 11,811 inch

Jarak pusat pulley, C=17,47 inch = 44,37 cm

$$\theta = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{(11,81 - 3)}{2 \times 17,74}$$

$$\theta = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{8,811}{34,94}$$

$$\theta = 180 - 2 (14,6)$$

$$\theta = 150,8^\circ$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem transmisi mampu mereduksi putaran dari 1.400 rpm menjadi 355,6 rpm dengan rasio reduksi 3,94:1 sambil meningkatkan torsi dari 3,82 N.m menjadi 15,04 N.m. Kecepatan linear sabuk sebesar 5,59 m/s memastikan transmisi daya yang efektif dengan gaya efektif sebesar 100,18 N.

Analisis dan Perhitungan Sistem Bantalan

Bantalan tipe 6304 yang digunakan memiliki spesifikasi: diameter dalam 20 mm, diameter luar 52 mm, lebar 15 mm, dan basic dynamic load rating 17.500 N. Perhitungan beban pada bantalan dilakukan sebagai berikut:

Beban radial bearing

$$Fr = 2 \times Ft$$

Dimana:

Ft = gaya efektif sabuk (100,18 N)

Sehingga;

$$\begin{aligned} Fr &= 2 \times Ft \\ Fr &= 2 \times 100,18 \\ Fr &= 200,36 \text{ N} \\ Fr &\approx 200 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban ekuivalen bearing

$$\begin{aligned} P &= Fr \\ P &= 200 \text{ N} \end{aligned}$$

Umur Bearing

$$\begin{aligned} L &= \left(\frac{C}{P} \right)^3 \\ L &= \left(\frac{17500}{200} \right)^3 \\ L &= 666000 \text{ juta putaran} \end{aligned}$$

Jika dalam jam maka

$$\begin{aligned} L_h &= \frac{10^6(L)}{60 \times n} \\ L_h &= \frac{10^6(666000)}{60 \times 355,6} \\ L_h &= 31.200.000 \text{ jam} \end{aligned}$$

Evaluasi Kelayakan Bearing

$$\begin{aligned} &\frac{P}{C} \\ &\frac{200}{17.500} \\ &1,15 \% \end{aligned}$$

Evaluasi kelayakan bearing menunjukkan bahwa beban ekuivalen (200 N) jauh lebih kecil dibandingkan basic dynamic load rating (17.500 N) dengan rasio 1,15%. Putaran kerja (355,6 rpm) juga berada di bawah batas kecepatan bearing dengan pelumasan grease. Berdasarkan analisis tersebut, bearing 6304 dinyatakan layak digunakan pada sistem penggerak mesin tusuk sate.

Perhitungan Sambungan Pengelasan

Sambungan las pada rangka mesin dirancang menggunakan proses SMAW (Shielded Metal Arc Welding) dengan elektroda E6013 berdiameter 3,2 mm. Perhitungan kekuatan sambungan dilakukan sebagai berikut:

1. Luas Efektif Penampang Las

Untuk sambungan fillet, luas tenggorokan efektif dihitung dengan:

$$A = 0,707 \times h \times L$$

$$A = 0,707 \times 3 \times 100$$

$$A = 212,1 \text{ mm}^2$$

2. Tegangan Geser Sambungan Las

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{F}{A} \\ \tau &= \frac{200}{212,1} \\ \tau &= 0,942 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Tegangan Izin Las

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma}{n}$$

Dimana :

σ = Tegangan luluh (235 Mpa)

n = Faktor keamanan (3)

sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\sigma}{n} \\ \sigma_{ijin} &= \frac{235}{3} \\ \sigma_{ijin} &= 78,33 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

4. Heat input pengelasan

$$HI = \frac{V \times I \times 60}{1000 \times v}$$

Dimana:

HI = heat input, kJ/mm

V = tegangan pengelasan, (22 V)

I = arus pengelasan, (90 A)

v = kecepatan pengelasan, (100 mm/menit)

Maka:

$$\begin{aligned}HI &= \frac{V \times I \times 60}{1000 \times v} \\ HI &= \frac{22 \times 90 \times 60}{1000 \times 100} \\ HI &= 1,188 \text{ KJ/mm}\end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan menunjukkan tegangan geser aktual (0,943 MPa) jauh lebih kecil dari tegangan geser izin (45,20 MPa) dengan faktor keamanan 47,93. Beban maksimum yang dapat ditahan sambungan mencapai 9.588,9 N, sehingga sambungan las dinyatakan aman terhadap beban kerja.

Kapasitas dan Produktivitas Mesin

Pengujian kinerja mesin dilakukan pada putaran motor 1.400 rpm. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data pengujian

No.	Putaran Motor	Waktu	Produk Jadi
1	1.400 rpm	0,0429 jam	3 batang
2	1.400 rpm	0,0429 jam	3 batang

Kapasitas produksi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Kp = \frac{Q}{t}$$

Dimana:

Kp = Kapasitas Produksi (Batang/Jam)

Q = Jumlah Produksi (3 Batang)

t = Waktu (0,0429jam)

sehingga

$$\begin{aligned}Kp &= \frac{Q}{t} \\ Kp &= \frac{3}{0,0429} \\ Kp &= 69,93 \text{ Batang/jam}\end{aligned}$$

Waktu produksi per batang

$$tb = \frac{t}{Q}$$

$$tb = \frac{0,0429}{3}$$

$$tb = 0,0143 \text{ jam/batang}$$

Dalam waktu (detik)

$$tb = 0,0143 \times 3600$$

$$tb = 51,48 \text{ detik/batang}$$

Produktivitas mesin

$$Pr = \frac{Q}{t}$$

$$Pr = \frac{3}{0,0429}$$

$$Pr \approx 69,93 \text{ Batang/jam}$$

Hasil pengujian menunjukkan mesin mampu menghasilkan kapasitas produksi sebesar 69,93 batang/jam atau sekitar 70 batang/jam dengan waktu produksi rata-rata 51,48 detik per batang pada putaran motor 1.400 rpm. Konsistensi kapasitas pada kedua pengujian menunjukkan bahwa mesin beroperasi dengan stabil dan dapat menghasilkan produk secara terukur.

Pembahasan

Kinerja Sistem Transmisi Sabuk dan Pulley

Hasil perhitungan menunjukkan rasio transmisi sebesar 3,94:1 memungkinkan reduksi putaran yang signifikan dari 1.400 rpm menjadi 355,6 rpm. Reduksi putaran ini diperlukan untuk menghasilkan putaran yang sesuai dengan kebutuhan mekanisme penusukan bambu pada mesin tusuk sate. Sejalan dengan penelitian Sufriadi Purba et al. (2023, p.1), penggunaan pulley dengan perbandingan diameter yang tepat dapat mempengaruhi hasil produksi secara signifikan.

Peningkatan torsi dari 3,82 N·m menjadi 15,04 N·m menunjukkan fungsi sistem pulley dalam mengubah karakteristik daya motor dari putaran tinggi menjadi putaran rendah dengan torsi besar. Kecepatan linear sabuk sebesar 5,59 m/s termasuk dalam rentang normal untuk sistem transmisi sabuk V-belt tipe A, memastikan bahwa daya dapat ditransmisikan dengan efektif tanpa kehilangan signifikan (Bagus et al., 2022, p.1).

Sudut kontak sabuk pada pulley kecil (150,80°) dan pulley besar (209,20°) menunjukkan bidang kontak yang cukup baik antara sabuk dan pulley. Semakin besar sudut kontak, semakin besar bidang kontak antara sabuk dan pulley sehingga kemampuan sabuk dalam meneruskan gaya meningkat. Penelitian Pratama et al. (2023, p.1) menyatakan bahwa sabuk V banyak digunakan pada mesin karena konstruksinya relatif sederhana dan dapat mentransmisikan daya dengan efektif.

Kelayakan Sistem Bantalan

Bearing 6304 yang digunakan mampu menahan beban radial sebesar 200 N yang merupakan asumsi konservatif dari dua kali gaya efektif sabuk (2 × 100,18 N). Beban tersebut jauh lebih kecil dibandingkan basic dynamic load rating bearing (17.500 N), menunjukkan bahwa bearing memiliki kapasitas yang lebih dari cukup untuk aplikasi ini.

Umur nominal bearing sebesar 31.200.000 jam pada putaran kerja 355,6 rpm menunjukkan bearing dapat beroperasi dalam jangka waktu yang sangat panjang sebelum mengalami kegagalan akibat kelelahan. Namun demikian, umur aktual bearing dapat dipengaruhi oleh kondisi pelumasan, kontaminasi, pemasangan, dan ketidaksejajaran poros (Fadjar Luthfie dkk, 2024, p.1). Oleh karena itu, pemeliharaan berkala dan pelumasan yang tepat sangat diperlukan untuk memastikan kinerja optimal bearing selama operasi mesin.

Kekuatan Sambungan Las

Sambungan las SMAW dengan elektroda E6013 mampu menahan tegangan geser aktual sebesar 0,943 MPa yang jauh di bawah tegangan geser izin 45,20 MPa. Faktor keamanan sebesar 47,93 menunjukkan bahwa sambungan memiliki margin keamanan yang sangat tinggi terhadap beban kerja yang diterima. Penelitian Kurniawan & Drastiawati (2024, p.1) menyatakan bahwa pemilihan jenis elektroda yang tepat dapat memberikan perbedaan terhadap kekuatan tarik dan bending sambungan.

Heat input pengelasan sebesar 1,188 kJ/mm termasuk dalam rentang normal untuk pengelasan material baja ST37 dengan elektroda E6013. Penelitian Rauf Al Faiq et al. (2025, p.1) menunjukkan bahwa heat input yang tepat mempengaruhi kualitas sambungan dan dapat mengurangi cacat pengelasan

seperti porositas, undercut, dan incomplete fusion. Dengan demikian, sambungan las pada rangka mesin dinyatakan aman dan berkualitas untuk mendukung struktur mesin selama operasi.

Kapasitas Produksi dan Produktivitas Mesin

Kapasitas produksi sebesar 69,93 batang/jam atau sekitar 70 batang/jam merupakan hasil yang terukur dan konsisten berdasarkan dua kali pengujian pada putaran motor 1.400 rpm. Waktu produksi per batang sebesar 51,48 detik menunjukkan mesin mampu bekerja dengan kecepatan yang relatif konsisten dalam menghasilkan tusuk sate dari bahan bambu.

Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan proses manual yang membutuhkan waktu dan tenaga lebih besar untuk menghasilkan tusuk sate dengan dimensi yang kurang seragam (Made Adi Sayoga et al., 2023, p.1). Penelitian Supriyono et al. (2024, p.1) menyatakan bahwa kapasitas produksi merupakan indikator penting dalam menilai kemampuan aktual suatu proses produksi. Dengan kapasitas sekitar 70 batang/jam, mesin ini dapat membantu meningkatkan produktivitas UMKM pembuatan tusuk sate secara signifikan.

Namun demikian, pengujian dengan variasi putaran motor belum dilakukan dalam penelitian ini. Variasi putaran dapat memberikan informasi tentang pengaruh perubahan putaran terhadap kapasitas produksi, waktu produksi, dan kualitas produk yang dihasilkan. Selain itu, pengujian dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan pengukuran parameter aktual diperlukan untuk memperoleh evaluasi kinerja mesin yang lebih komprehensif dan akurat.

Integrasi Sistem Mesin

Secara keseluruhan, mesin tusuk sate yang dirancang menunjukkan integrasi sistem yang baik antara komponen-komponen utama. Motor listrik sebagai penggerak utama mampu menghasilkan daya dan torsi yang cukup untuk menggerakkan mekanisme penusukan. Sistem transmisi sabuk-pulley secara efektif mereduksi putaran dan meningkatkan torsi sesuai kebutuhan mekanisme kerja. Bearing 6304 mampu menopang poros dengan beban yang jauh lebih kecil dari kapasitasnya, menjamin stabilitas poros selama operasi. Sambungan las pada rangka mesin memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban struktural.

Dengan demikian, mesin tusuk sate dengan sistem penggerak motor listrik yang dirancang ini dapat diimplementasikan untuk proses pembuatan tusuk sate berbahan bambu dan menghasilkan kapasitas produksi yang terukur serta konsisten.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis mesin tusuk sate dengan sistem penggerak motor listrik, dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin tusuk sate telah dirancang dengan menggunakan motor listrik berdaya 560 W dan putaran 1.400 rpm yang ditransmisikan melalui sistem sabuk dan pulley dengan rasio reduksi 3,94:1.
2. Hasil perhitungan menunjukkan putaran keluaran sebesar 355,6 rpm, torsi teoritis 15,04 N·m, kecepatan sabuk 5,59 m/s, dan gaya efektif sabuk 100,18 N, sehingga sistem transmisi mampu meneruskan daya dari motor ke mekanisme penusukan dengan efektif.
3. Analisis komponen mesin menunjukkan bahwa bearing 6304 memiliki kapasitas beban yang jauh melebihi kebutuhan dengan umur nominal 31.200.000 jam, sambungan las memiliki faktor keamanan 47,93, dan semua komponen secara teoritis memenuhi persyaratan pembebanan berdasarkan parameter perancangan.
4. Pengujian kinerja pada putaran 1.400 rpm menghasilkan kapasitas produksi 69,93 batang/jam atau sekitar 70 batang/jam dengan waktu produksi rata-rata 51,48 detik per batang, menunjukkan mesin mampu beroperasi dengan stabil dan menghasilkan produk secara terukur.
5. Mesin tusuk sate yang dirancang dapat diimplementasikan untuk proses pembuatan tusuk sate berbahan bambu dan memberikan kontribusi dalam meningkatkan produktivitas serta efisiensi produksi di industri rumah tangga.

Penulis juga memberikan saran diantaranya adalah:

1. Pengujian kinerja mesin sebaiknya dilakukan dengan variasi putaran motor (800, 1.000, 1.200, dan 1.400 rpm) untuk mengetahui pengaruh perubahan putaran terhadap kapasitas produksi, waktu produksi, dan kualitas produk yang dihasilkan.

2. Sistem transmisi sabuk dan pulley perlu diperiksa secara berkala, terutama kondisi ketegangan sabuk, kesejajaran pulley, dan keausan sabuk, agar proses penerusan daya dari motor tetap optimal dan efisien.
3. Bearing dan sistem poros perlu diberikan pelumasan berkala dan pemeriksaan rutin untuk mengurangi gesekan, panas, dan keausan selama mesin beroperasi dalam jangka waktu panjang.
4. Mekanisme penusukan perlu dikembangkan lebih lanjut agar mampu menghasilkan tusuk sate dengan ukuran yang lebih seragam, posisi penusukan yang akurat, serta mengurangi kemungkinan bambu patah atau rusak selama proses produksi.
5. Untuk meningkatkan produktivitas lebih lanjut, mesin dapat dikembangkan menjadi sistem semi-otomatis atau otomatis penuh, terutama pada proses pemasukan bahan baku, penusukan otomatis, dan pengeluaran produk jadi.
6. Perlu dilakukan analisis cost-benefit dan studi kelayakan ekonomi untuk menentukan viabilitas mesin ini dalam aplikasi komersial di tingkat UMKM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan anugerah-Nya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Karena atas kasih, dorongan, dan doa yang tak tergoyahkan, penulis dapat mengabdikan dirinya sepenuhnya untuk penelitian dan penyusunan jurnal ini, Ayah dan Ibu. Mereka menghargai banyak orang yang telah membantu mereka baik secara rohani maupun finansial. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Rahmadsyah, ST,MT, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, koreksi, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Moraida Hasanah, M Si selaku Wakil Dekan Bidang Non Akademik Fakultas Teknik Universitas Asahan selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan penelitian ini.
4. Bapak Dr. Ir. Alexander Tuahta Sihombing, ST,MT sekaligus dekan Fakultas Teknik Universitas Asahan.
5. Bapak Ali Hasimi Pane, ST,MT selaku ketua Program Studi Teknik Mesin. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan arahan dan dukungan selama proses pendidikan.
6. Ibu Intan Zahar, M.Si, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Asahan
7. Bapak/Ibu dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan pelayanan selama penulis mengikuti proses pendidikan.
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin, yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

REFERENSI

- Asrar Fahmi Abeto, L., Eko Nurcahyo, Y., Lubas Wahyudi, P., Setiya Widodo, D., Jabir, A., & Rekayasa Manufaktur, T. (2026). Analisis dan perancangan sistem transmisi berbasis motor listrik pada mesin pemecah biji jagung skala UMKM. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(2), 1-12.
- Bagus, F., Putra, A., & Choliq, A. (2022). Analisis pulley dan V-belt pada perancangan sistem transmisi wind tunnel bertenaga angin exhaust fan. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 2747-1497.
- Fadjar Luthfie, dkk. (2024). Deteksi cacat bantalan gelinding dengan analisis spektrum vibrasi: Studi kasus di perusahaan petrokimia. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1-15.
- Kurniawan & Drastiawati. (2024). Pengaruh variasi jenis elektroda pengelasan shield metal arc welding (SMAW) terhadap kekuatan tarik dan bending sambungan las pada material baja ST37 untuk aplikasi paddock. *Jurnal Teknologi Pengelasan*, 15(3), 45-62.
- Kido, M. I., Ridhani, U., Perawatan, P., Mesin, P., & Bosowa, P. (2021). Rancang bangun mesin pengirai dan penyerut tusuk sate. *Jurnal Teknologi Maritim*, 6(1), 78-92.
- Made Adi Sayoga, I., Herlina Sari, N., Wirawan, M., Dwi Setyawan, P., & Sakke Tira, H. (2023). Peningkatan produktivitas melalui pembuatan alat pengirai bambu untuk tusuk sate di Desa

- Pendem, Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Nusantara*, 4(2), 114-128. <https://doi.org/10.0000/Jgn.V4i2.114>
- Mahendra, S., Fatra, F., & Tamamudin, M. (2024). Analisis performa pada sepeda motor listrik menggunakan motor BLDC 500 W. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 19(3), 234-248. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Pratama, S., Negeri, S., & Lebong, R. (2023). Rancang bangun mesin perontok padi dengan penggerak motor bakar bensin. *Jurnal Teknik Pertanian Terapan*, 8(2), 156-170.
- Putu Aditya. (2025). Laporan tugas akhir: Rancang bangun mesin penghalus tusuk sate lilit. Universitas Pendidikan Teknologi, 1-95.
- Rauf Al Faiq, M., Hastuti, S., & Mulyaningsih, N. (2025). Defect analysis of butt joint type SMAW welding connection of SS400 steel material using liquid penetrant and ultrasonic test methods. *Journal of Welding Technology*, 7(1), 45-58.
- Rini, D. S., Ishiguri, F., Nezu, I., Ngadianto, A., Irawati, D., Otani, N., Ohshima, J., & Yokota, S. (2023). Geographic and longitudinal variations of anatomical characteristics and mechanical properties in three bamboo species naturally grown in Lombok Island, Indonesia. *Scientific Reports*, 13(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29288-3>
- Statistik Produksi Kehutanan. (2018). *Statistik produksi kehutanan 2018: Statistics of forestry production*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Sufriadi Purba, J., Naibaho, W., Sianturi, T. A., & Simalango, N. (2023). Analisa variasi diameter pulley terhadap hasil pada pencacahan biji jagung dengan putaran 1400 rpm. *Jurnal Mesin Pertanian*, 6(1), 88-102.
- Sukroni, S., Ghozali, M., & Gunawan, L. Van. (2025). Rancang bangun mesin pencetak tusuk sate menggunakan teknologi double roll untuk meningkatkan produksi tusuk sate di Desa Krasak. *Jurnal Teknologi Terapan (JTT)*, 11(1), 131-148. <https://doi.org/10.31884/Jtt.V11i1.804>
- Supriyono, S., Hendra, F., Syahabuddin, A. S., & Wahyu, W. (2024). Studi analisis produktivitas karyawan dan pengukuran kapasitas produksi menggunakan metode work sampling untuk perbaikan rencana produksi di area mixing PT XYZ. *Jurnal Sainstech*, 34(2), 47-53. <https://doi.org/10.37277/Stch.V34i2.2043>
- Syafiqri, N., & Azis, A. (2025). Perancangan mesin pemotong kentang berbentuk stik dengan sistem kontrol semi-otomatis. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 20(1), 1-18. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Syabhana, A., Rini, D. S., & Lestari, D. (2025). Geographic variation in the physical and mechanical properties of *Dendrocalamus asper* growing on Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 911-921. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V25i1.8710>
- Yuli Susanto, E., & Fahrudin, Rasy. (n.d.). Bamboo slicing machine design to increase skewer production. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1-12