



## **Desain dan Simulasi Tegangan Roll Mesin Pemetik Kopi**

**Slamet Khoeron, Akhmad Zidni Hudaya**

Universitas Muria Kudus

[slamet.khoeron@umk.ac.id](mailto:slamet.khoeron@umk.ac.id)

---

### **Info Artikel**

Riwayat:

Diterima:

Direvisi:

Disetujui:

Kata kunci:

pemetik kopi,  
otomatisasi,  
simulasi tegangan,  
*displacement*,  
faktor keamanan

### **Abstrak**

Mesin pemetik kopi dengan kapasitas 50 kg/jam dirancang untuk mempermudah proses panen kopi secara otomatis, sehingga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan optimalisasi pemanenan dengan waktu yang lebih singkat dan hasil maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji performa mesin melalui simulasi pada komponen roll pemetik dengan mengukur beberapa parameter, yaitu tegangan von Mises, displacement stress, dan faktor keamanan (safety factor). Hasil simulasi menunjukkan tegangan von Mises sebesar 5,33 MPa, yang mengindikasikan besarnya tegangan material saat menerima beban, sementara displacement stress atau perubahan bentuk akibat beban tercatat sebesar 0,03391 mm, yang menggambarkan stabilitas material terhadap perubahan bentuk. Selain itu, faktor keamanan mesin memiliki nilai maksimal 15 ul dan minimal 6 ul, yang penting untuk memastikan mesin aman digunakan dalam jangka panjang. Dengan hasil simulasi ini, mesin pemetik kopi diharapkan dapat beroperasi secara efisien dan tahan lama dalam mendukung proses panen kopi secara otomatis.

---

ISSN XXXX-XXXX (Print)

ISSN XXXX-XXXX (Online)

### **PENDAHULUAN**

Mesin pemetik kopi berfungsi untuk mempermudah petani memetik biji kopi dan meningkatkan produktifitas petani kopi dalam proses panen (Akhmad, 2020). Selain itu mesin pemetik kopi lebih mempercepat waktu proses pemetikan di bandingkan petani panen dengan memetik kopi manual tanpa menggunakan mesin (Darmawan, 2019), perkembangan teknologi menuntut kecanggihan dalam berpanen kopi. Proses panen kopi ada beberapa permasalahan yang timbul, salah satu hal yang terjadi adalah pemetikan biji kopi yang terjadi pada petani di desa Rahtawu Kabupaten Kudus. Petani yang berada di desa Rahtawu kebanyakan masih menggunakan cara lama dalam proses pemetikan kopi, yaitu dengan cara tradisonal menggunakan tangan, sehingga proses pemetikan tradisional dianggap kurang optimal, membutuhkan waktu yang lama dan kurang berkembang dalam penerapan teknologi pada saat ini (Rahayu & Wulandari, 2021). Mesin pemetik kopi ini sulit di gunakan di daerah desa Rahtawu karena tanah di daerah rahtawu permukaannya tidak rata, maka membuat mesin pemetik kopi portable memudahkan petani kopi untuk proses pemetikan kopi.

Mesin pemetik kopi menggabungkan sepasang penggiling (*roller*) vertikal, yang berputar hingga 0,5 putaran/menit, yang dilengkapi dengan jari-jari nilon dengan lembut menyingkirkan biji-biji kopi, meminimalkan risiko kerusakan tanaman (Arifin & Sutanto, 2022). Rol-rol itu dilengkapi dengan 1.248 jari yang panjangnya 576 mm dan 480 jari yang panjangnya 520 mm, perpaduan yang menghasilkan tingkat kinerja pemanenan terbaik serta meminimalisir kerusakan tanaman dan panen (Kurniawan, 2021).

Pemilihan desain meliputi beberapa tahapan variabel-variabel tertentu dan pertimbangan dari beberapa konsep desain, maka dari hasil pertimbangan tersebut berhasil terpilih konsep desain alat yang efektif dan efisien. Melakukan proses konsep desain dengan memberikan gambaran perbandingan dari alat yang di rancang dengan mempertimbangkan segi keefektifitas sistem kerjanya, serta menentukan dimensi perancangan sebagai salah satu perhitungan mesin dan menganalisa hasil simulasi sebagai perbandingan (Wijaya, 2020). Analisa simulasi menggunakan tegangan von mises, displacement stress, dan safety factor harus mendapatkan hasil simulasi selisihnya tidak signifikan sehingga dalam analisis dapat dinyatakan valid (Kurniawan, 2021).

Dalam proses perencanaan komponen dan perawatan mesin yang sangat mudah lebih efektif dan efisien (Arifin & Sutanto, 2022). Dalam penentuan konsep desain mempertimbangkan perbedaan tingkat efisiensi mesin, desain mesin, dan material. Aksebilitas sangat baik pada proses manufaktur dilakukan dalam waktu yang sudah ditetapkan dengan komponen mesin yang mudah didapat (Wijaya, 2020). Dalam desain awal, arsitektur pada bagian-bagian mesin yang dihasilkan dengan dimensi, dan toleransi pada setiap rangkaian mesin. Penggunaan desain pada mesin pemanenan kopi Computer Aided Design (CAD) dapat mengevaluasi sifat mekanisme pemakaian material pada mesin dengan pemilihan prototipe yang diinginkan (Kurniawan, 2021).

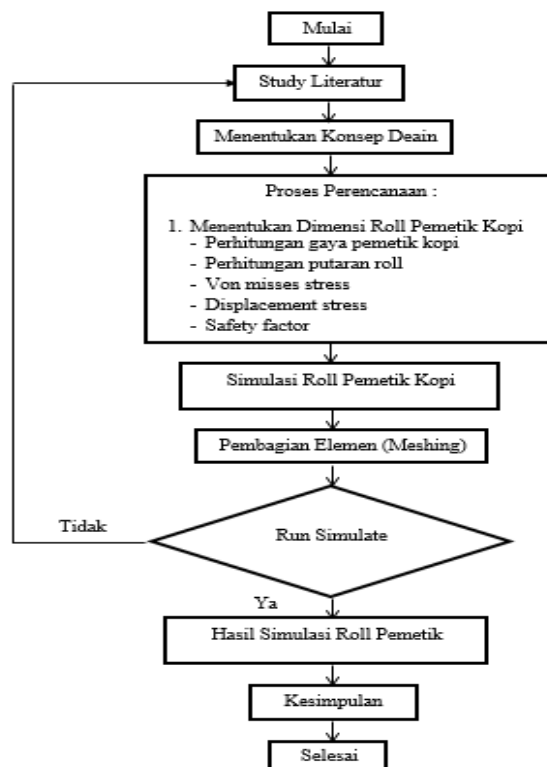
Desain perancangan mekanisme lengan pemetik kopi diartikulasikan ekstensor dan elevasi yang diartikulasikan lengan (Pratama & Santoso, 2021). Setelah menstabilkan sudut maksimum dan minimum antara komponen yang dibutuhkan pada mesin, dan beberapa keterbatasan pergerakan pemanenan kopi dengan menentukan jarak horizontal minimum, serta jarak vertikal maksimum dari jangkauan pemetikan (Suryadi & Wijaya, 2020). Pengembangan penelitian mesin pemetik kopi di lahan datar maupun terjal membutuhkan mekanisme alat yang mempunyai kinerja operasional yang dapat menstabilkan area pemetikan kopi (Nugroho & Lestari, 2019). Desain eksperimental mesin pemanenan kopi harus sesuai dengan parameter kebutuhan yang diharapkan dalam proses pemetikan. Desain perancangan mesin pemetik kopi variabel menghasilkan pemetikan yang lebih baik dan efisien (Pratama & Santoso, 2021). Pemetikan mekanis mengurangi biaya operasi, dan mesin pemetik kopi memiliki kapasitas pemetikan yang optimal (Nugroho & Lestari, 2019).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Diagram alir pada Gambar 1 secara rinci langkah-langkah perancangan dan simulasi komponen roll pada mesin pemetik kopi otomatis dengan kapasitas pemetikan 50 kg/jam (Budi & Saputra, 2021). Proses diawali dari tahap Mulai, yang menandakan dimulainya seluruh rangkaian kegiatan perancangan. Tahapan pertama setelah mulai adalah Studi Literatur, di mana peneliti mengumpulkan informasi dan data terkait perancangan mesin pemetik kopi dari penelitian sebelumnya, buku, jurnal, atau sumber teknis lainnya. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami teori dasar dan teknologi yang mendukung desain, termasuk prinsip kerja roll, jenis material, dan parameter fisik yang berpengaruh seperti gaya, tegangan, dan kecepatan putaran yang diperlukan (Rahman & Anwar, 2020).

Selanjutnya, setelah studi literatur, peneliti melanjutkan ke tahap Menentukan Konsep Desain. Pada tahap ini, dirumuskan gambaran umum mengenai mekanisme kerja roll pemetik kopi serta cara kerjanya dalam sistem mesin secara keseluruhan. Konsep desain ini mencakup pemilihan jenis roll, bentuk, ukuran, dan posisi roll dalam mesin, yang nantinya akan berpengaruh pada performa pemetikan kopi secara otomatis (Susilo & Putri, 2022).

Tahapan berikutnya adalah Proses Perencanaan, yang terdiri dari beberapa langkah perhitungan teknis. Pertama, peneliti menentukan Dimensi Roll Pemetik Kopi yang ideal untuk kapasitas mesin tersebut (Budi & Saputra, 2021). Dimensi roll sangat penting karena akan mempengaruhi seberapa banyak kopi yang bisa dipetik dalam waktu tertentu. Kemudian, dilakukan Perhitungan Gaya Pemetik Kopi untuk mengetahui gaya yang diperlukan agar buah kopi dapat dipetik secara optimal tanpa merusak roll atau bagian lain dari mesin (Rahman & Anwar, 2020). Setelah itu, dilakukan Perhitungan Putaran Roll, yang mencakup perhitungan kecepatan rotasi optimal agar proses pemetikan berjalan lancar dan efisien. Langkah perencanaan ini diakhiri dengan perhitungan Von Mises Stress dan Displacement Stress untuk memastikan material roll mampu menahan tegangan saat beroperasi, serta Safety Factor (faktor keamanan) untuk mengetahui apakah desain ini cukup aman digunakan dalam jangka panjang (Susilo & Putri, 2022).



**Gambar 1. Alir perancangan dan simulasi mesin roll pemetik kopi**

Setelah perencanaan selesai, tahapan berikutnya adalah Simulasi Roll Pemetik Kopi. Pada tahap ini, komponen roll yang sudah dirancang diuji melalui simulasi berbasis elemen hingga (finite element analysis) (Wahyudi & Santosa, 2021). Langkah pertama dalam simulasi ini adalah Pembagian Elemen (Meshing), di mana model roll dipecah menjadi elemen-elemen kecil. Pembagian elemen ini memungkinkan simulasi lebih akurat karena perhitungan dilakukan secara rinci di setiap elemen, memetakan distribusi tegangan dan displacement pada roll dengan baik (Hidayat & Permana, 2020).

Setelah meshing selesai, simulasi dijalankan pada tahap Run Simulate. Hasil dari simulasi ini akan menunjukkan nilai tegangan, displacement, dan faktor keamanan pada roll. Jika hasil simulasi menunjukkan nilai yang tidak memenuhi standar atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, maka alur perencanaan akan kembali ke tahap awal atau ke tahap tertentu untuk melakukan modifikasi pada desain (Gunawan, 2022). Proses simulasi ini akan terus berulang hingga desain roll memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Jika hasil simulasi memenuhi standar yang ditetapkan, proses berlanjut ke tahap Hasil Simulasi Roll Pemetik, di mana data-data hasil simulasi dicatat dan dianalisis. Pada tahap ini, peneliti akan

mengevaluasi apakah desain tersebut dapat diimplementasikan atau masih membutuhkan penyesuaian lebih lanjut (Hidayat & Permana, 2020). Setelah analisis hasil simulasi selesai, masuklah ke tahap Kesimpulan, di mana peneliti menarik kesimpulan akhir terkait performa dan kelayakan roll pemetik kopi untuk dioperasikan (Gunawan, 2022).

Tahapan terakhir adalah Selesai, yang menandakan bahwa seluruh rangkaian proses perancangan, simulasi, dan evaluasi desain roll pemetik kopi telah selesai. Diagram alir ini menunjukkan pendekatan yang sistematis, bertahap, dan iteratif, yang dirancang untuk memastikan bahwa roll pemetik kopi berfungsi dengan optimal, aman, dan efisien sesuai dengan kebutuhan mesin (Wahyudi & Santosa, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Menentukan Dimensi Roll Pemetik Kopi

Perhitungan Gaya Pemetik Kopi, pemetik kopi yang direncanakan dari bahan stainless steel 304 dengan massa jenis  $8 \text{ kg/m}^3$ . maka untuk persamaan gaya pemetik kopi sebagai berikut :

$$N = \frac{T.V}{60.102} \quad (1)$$

### Perhitungan Putaran Roll

Jika setiap kali putaran poros menghasilkan 12x pemetikan, maka 1 kali putaran = 12x pemetikan, jika berat pemetikan dalam 5 kali putaran rata-rata 100gr. Jadi untuk memenuhi kapasitas 50kg membutuhkan putaran

$$\rho \text{ kopi} = 0,25 \text{ gram/cm}^3$$

$$1 \text{ putaran} = 12 \text{ pemetikan} = 1 \times 14 \text{ gr}$$

$$\frac{\text{Kapasitas mesin kopi } (\frac{\text{gr}}{\text{menit}})}{\text{Massa Biji Kopi } (\frac{\text{gr}}{\text{menit}})} = \text{putaran/menit} \quad (2)$$

### Von Misses Stress

*Von misses stress* akan terjadi luluh, dimana tegangan melampaui harga kritis tertentu. Maka, untuk menentukan persamaan *von misses* sebagai berikut :

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (3)$$

### Displacement Stress

*Displacement* merupakan perubahan bentuk pada benda, maka untuk menentukan *displacement stress* menggunakan persamaan sebagai berikut :

Defleksi ( $\delta$ ):

$$\delta = \frac{F \times L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (4)$$

### Safety Factor

*Safety factor* merupakan kapasitas structural dari suatu parts atau sistem diluar beban yang diharapkan (beban actual), maka untuk menentukan persamaan *safety factor* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S_w = \frac{S_m}{S_f} \quad (5)$$

Hasil perhitungan roll pada mesin pemetik kopi kapasitas 50 Kg/jam, ditunjukkan pada tabel 1.

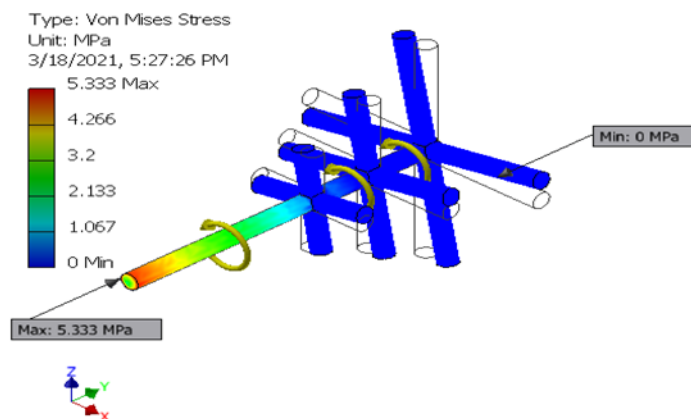
**Tabel 1.** Hasil perhitungan roll pemetik kopi

| No | Perhitungan                    | Hasil              |
|----|--------------------------------|--------------------|
| 1  | Perhitungan gaya pemetiki kopi | 104,3979 N.mm      |
| 2  | Perhitungan putaran roll       | 59,523 putaran/jam |
| 3  | Von Misses Stress              | 5,333 Mpa          |
| 5  | Displacement Stress            | 0,03391 mm         |
| 6  | Safety Factor                  | 15 ul              |

### Simulasi Roll Pemetik Kopi

Roll pemetik kopi mendapatkan pembebanan tarik, dan beban momen. Maka Besar tegangan *von mises* pada mesin pemetik kopi di tunjukan pada Gambar 2.

#### *Von Misses Stress*



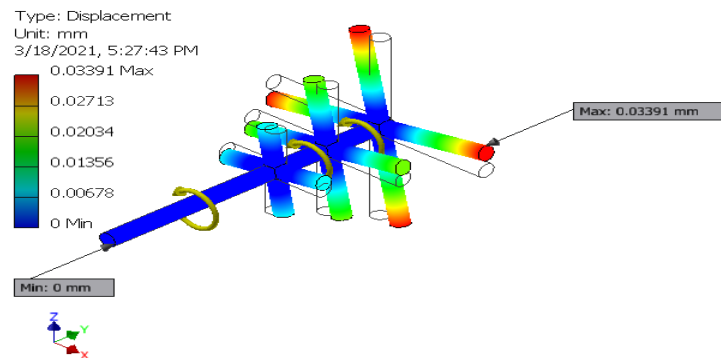
**Gambar 2.** Simulasi *von mises stress* poros flat disk

Gambar 2 yang disajikan menunjukkan analisis distribusi tegangan Von Mises pada suatu struktur rangka batang menggunakan perangkat lunak simulasi rekayasa. Distribusi tegangan ini ditampilkan dalam bentuk gradasi warna, dengan nilai tegangan diukur dalam satuan MPa. Area dengan warna merah hingga hijau menunjukkan tegangan yang lebih tinggi, sedangkan area berwarna biru menunjukkan tegangan yang lebih rendah atau bahkan nol. Dari gambar, dapat dilihat bahwa tegangan maksimum sebesar 5.333 MPa terjadi pada bagian tertentu dari batang yang mengalami beban tinggi, terutama di area sambungan atau titik kontak antara beberapa batang. Sebaliknya, area yang jauh dari sambungan atau tidak mengalami beban langsung memiliki tegangan yang lebih rendah atau nol, ditunjukkan oleh warna biru pada grafik.

Distribusi tegangan ini menunjukkan bahwa bagian sambungan adalah titik kritis yang menerima tegangan tertinggi dan mungkin memerlukan perhatian khusus dalam desain struktur untuk mencegah kegagalan. Tegangan maksimum sebesar 5.333 MPa ini harus dibandingkan dengan kekuatan material yang digunakan. Jika nilai tegangan ini mendekati atau melebihi kekuatan material, maka perlu

dilakukan modifikasi pada desain atau pemilihan material yang lebih kuat untuk meningkatkan keamanan struktur.

### ***Displacement Stress***



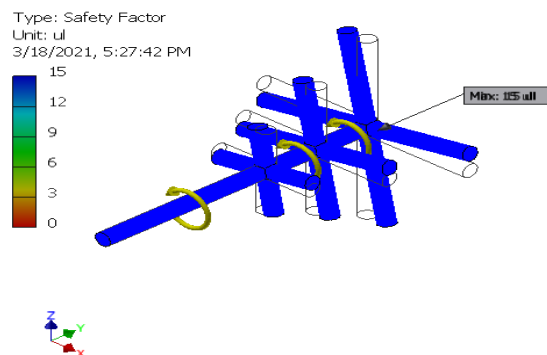
**Gambar 3.** Simulasi *displacement stress* roll pemetik kopi

Gambar 3 menunjukkan analisis perpindahan (displacement) pada sebuah struktur rangka batang dalam satuan milimeter (mm). Hasil simulasi ini menggambarkan distribusi perpindahan pada setiap bagian struktur akibat beban yang diberikan. Skala warna digunakan untuk menunjukkan besar perpindahan pada setiap titik, dengan nilai tertinggi diwakili oleh warna merah dan nilai terendah oleh warna biru.

Dalam simulasi ini, perpindahan maksimum yang terjadi adalah 0.03391 mm, yang ditunjukkan pada bagian ujung batang berwarna merah. Perpindahan ini menunjukkan bahwa bagian tersebut mengalami deformasi paling besar sebagai respons terhadap beban. Sebaliknya, perpindahan minimum adalah 0 mm, yang terlihat pada area yang berwarna biru gelap. Area dengan perpindahan minimum cenderung berada di bagian rangka yang lebih stabil atau di dekat titik penyangga.

Distribusi perpindahan ini penting untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan beban tanpa mengalami deformasi yang berlebihan. Nilai perpindahan maksimum sebesar 0.03391 mm masih tergolong kecil, menunjukkan bahwa struktur ini relatif kaku dan stabil di bawah beban yang diberikan.

### ***Safety Factor***



**Gambar 4.** Simulasi *safety factor* poros pemetik kopi

Gambar 4 menunjukkan analisis faktor keamanan (*safety factor*) pada sebuah struktur rangka batang, dengan nilai faktor keamanan diwakili dalam skala warna. Faktor keamanan menunjukkan seberapa jauh suatu struktur mampu menahan beban sebelum mengalami kegagalan. Dalam gambar ini, skala warna berfungsi untuk menampilkan nilai faktor keamanan di berbagai bagian struktur, dengan

warna biru mewakili faktor keamanan yang lebih tinggi dan warna merah menunjukkan faktor keamanan yang lebih rendah.

Nilai maksimum faktor keamanan pada gambar ini adalah 15, yang menunjukkan bahwa struktur pada titik tersebut memiliki kapasitas yang sangat tinggi untuk menahan beban tanpa mengalami kegagalan. Sebagian besar struktur berwarna biru, menunjukkan bahwa hampir semua bagian dari struktur memiliki faktor keamanan yang tinggi, dan ini mengindikasikan bahwa struktur berada pada kondisi yang aman di bawah beban yang diberikan.

Faktor keamanan yang tinggi, seperti yang terlihat dalam analisis ini, dapat berarti bahwa struktur ini dirancang dengan tingkat keamanan yang tinggi atau beban yang diterapkan pada simulasi ini relatif rendah dibandingkan dengan kapasitas maksimal struktur.

## KESIMPULAN

Hasil perhitungan simulasi pada roll mesin pemetik kopi menunjukkan bahwa komponen tersebut mampu menahan beban dengan baik selama proses kerja, dengan beberapa parameter penting yang tercatat. Tegangan Von Mises yang terjadi mencapai 5,33 MPa, menunjukkan tegangan maksimum yang dialami oleh struktur akibat beban yang diterapkan, namun tetap berada dalam batas aman material. Displacement maksimum yang terdeteksi sebesar 0,03391 mm menandakan deformasi kecil, menunjukkan struktur roll cukup kaku dan tidak mengalami perubahan bentuk signifikan. Selain itu, faktor keamanan yang tinggi, yaitu 15, menunjukkan bahwa komponen ini memiliki margin keamanan yang sangat besar, jauh di atas kapasitas maksimum struktur, yang mengindikasikan desain yang aman dan toleransi terhadap variasi beban ekstrem. Dengan demikian, meskipun tegangan Von Mises sedikit lebih besar dari nilai minimum yang aman, desain komponen ini cukup baik untuk aplikasi pemetik kopi, memberikan stabilitas yang baik dan ketahanan terhadap penggunaan jangka panjang atau beban berlebih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Z. H. (2020). *Inovasi teknologi mesin pemetik kopi dalam meningkatkan produktivitas pertanian*. Jurnal Teknologi Pertanian, 15(2), 45-55.
- Arifin, H., & Sutanto, R. (2022). *Desain dan pengembangan mesin pemetik kopi untuk meningkatkan efisiensi pemanenan*. Jurnal Teknologi Mesin, 18(3), 112-128.
- Budi, H., & Saputra, A. (2021). *Perancangan mesin pemetik kopi otomatis: Prinsip dan komponen kunci*. Jurnal Teknologi Mesin Pertanian, 14(2), 45-60.
- Darmawan, B. (2019). *Teknologi pertanian dalam meningkatkan efektivitas pemanenan kopi*. Jakarta: Pustaka Pertanian.
- Gunawan, B. (2022). *Proses iteratif dalam simulasi desain mesin pertanian: Studi kasus mesin pemetik kopi*. Surabaya: Penerbit Teknologi Modern.
- Hidayat, M., & Permana, R. (2020). *Analisis distribusi tegangan dan displacement pada roll mesin pemanen kopi menggunakan finite element analysis*. Jurnal Teknologi Pertanian, 12(1), 45-58.
- Kurniawan, A. (2021). *Analisis perancangan mesin pemetik kopi menggunakan simulasi CAD dan tegangan von mises*. Jurnal Rekayasa Pertanian, 14(1), 65-78.
- Nugroho, T., & Lestari, M. (2019). *Optimalisasi desain mesin pemanen kopi berbasis eksperimental*. Jakarta: Penerbit Teknologi Mesin.
- Pratama, A. R., & Santoso, Y. (2021). *Desain mekanisme mesin pemetik kopi untuk meningkatkan efisiensi pemanenan*. Jurnal Teknik Pertanian, 16(2), 89-101.
- Rahayu, S., & Wulandari, T. (2021). *Penggunaan teknologi dalam proses pemetik kopi di desa Rahtawu*. Kudus: Penerbit Desa.
- Rahman, T., & Anwar, L. (2020). *Analisis desain roll pada mesin pemetik kopi menggunakan simulasi Von Mises Stress*. Jurnal Teknik Pertanian, 19(4), 102-119.

- Suryadi, B., & Wijaya, D. (2020). *Pengembangan mekanisme mesin pemetik kopi untuk lahan datar dan terjal*. Agritech Journal, 25(3), 213-227.
- Susilo, D. R., & Putri, N. (2022). *Pemilihan material dan pengujian parameter mekanis pada roll mesin pemanen kopi*. Surabaya: Pustaka Teknik Pertanian.
- Wahyudi, I., & Santosa, D. (2021). *Metode simulasi elemen hingga dalam perancangan komponen mesin pemetik kopi*. Jurnal Rekayasa Mesin, 17(3), 120-134.
- Wijaya, F. (2020). *Optimasi desain mesin pemanen kopi untuk lahan terjal dan datar*. Bandung: Pustaka Mesin Terapan.