

Uji Kinerja Mesin Pembuka Buah Nangka dengan Menggunakan Sistem Pneumatik

¹Indra Koto, ²Arya Sinaga, ³Santo Renol Silaban, ⁴Agri Pabel Simatupang

⁵Hary A Aulia Al-Azwari

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: aryasinaga53@gmail.com

Article History

Accepted: 02-02-2025

Revised: 13-03-2025

Received: 25-04-2025

Abstrak Mesin pembuka buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan sistem pneumatik dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses pembukaan dibandingkan dengan metode manual yang lambat dan rawan cedera. Penelitian ini bertujuan mengukur waktu kerja, efisiensi pembukaan, dan tingkat kerusakan daging buah pada berbagai tekanan kerja (6 bar dan 7,5 bar) serta sudut bukaan katup (30°, 60°, 90°). Metode uji meliputi pengoperasian mesin dengan tekanan udara yang dikompresi, katup pneumatik membuka katup sesuai sudut tertentu, dan perekaman data waktu. Uji dilakukan berulang kali untuk memperoleh nilai rata-rata. Hasil menunjukkan bahwa tekanan 7,5 bar menghasilkan laju pembukaan paling cepat, yaitu sekitar 3,42 detik pada sudut buka 90°, sedangkan pada tekanan 6 bar rata-rata waktu pembukaan adalah 5,07 detik. Sistem pneumatik ini juga menunjukkan efisiensi tinggi; dibandingkan dengan waktu manual yang berkisar 3–5 menit per buah, sistem ini mampu menangani hingga 210 buah/jam dengan efisiensi mencapai 85 %. Kesimpulannya, mesin pembuka buah nangka berbasis sistem pneumatik terbukti efektif dan efisien. Dengan tekanan optimal 7,5 bar dan bukaan katup 90°, mesin ini mempercepat proses pembukaan secara signifikan, mengurangi tenaga kerja, dan meminimalkan risiko cedera. Direkomendasikan pengembangan lebih lanjut pada desain dudukan buah dan aktuator pisau untuk meningkatkan kestabilan dan mengurangi getaran pada buah dengan variasi ukuran.

Kata Kunci buah Nangka; sistem pneumatic; mesin pembuka; uji kinerja; efisiensi.

Abstract A jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) opening machine utilizing a pneumatic system was designed to improve the efficiency of the opening process compared to the traditional manual method, which is slow and prone to injury. This study aims to measure operating time, opening efficiency, and the degree of flesh damage under different working pressures (6 bar and 7.5 bar) and valve opening angles (30°, 60°, 90°). The testing method involved operating the machine using compressed air, with the pneumatic valve opening at specific angles, and recording the time data. Tests were repeated to obtain average values. Results showed that a pressure of 7.5 bar yielded the fastest opening rate, approximately 3.42 seconds at a 90° valve angle, while at 6 bar the average opening time was 5.07 seconds. The pneumatic system also demonstrated high efficiency; compared to the manual method, which takes around 3–5 minutes per fruit, this system is capable of processing up to 210 fruits per hour with an efficiency of up to 85%. In conclusion, the pneumatic-based jackfruit opening machine proved to be both effective and efficient. At an optimal pressure of 7.5 bar and a valve opening angle of 90°, the machine significantly accelerates the opening process, reduces labor, and minimizes the risk of injury. Further development is recommended for the design of the fruit holder and the blade actuator to improve stability and reduce vibration when handling fruits of varying sizes.

Keywords Jackfruit; pneumatic system; opening machine; performance testing; efficiency.

PENDAHULUAN

Pengolahan buah, termasuk membuka buah nangka, secara manual masih sering dilakukan di banyak daerah meskipun metode ini memiliki keterbatasan signifikan berupa waktu proses yang lama dan risiko cedera bagi operator. Mesin berbasis sistem pneumatik menawarkan solusi efisien bagi tantangan tersebut—karena kemampuan operasi berkecepatan tinggi, presisi kontrol, serta keandalan dalam lingkungan higienis dan industri makanan. Pneumatik juga dikenal lebih aman dan mudah dirawat dibanding sistem hidrolik atau mekanik, karena minimnya komponen bergerak dan risiko kebocoran minyak. Penerapan sistem ini dalam mesin pembuka buah nangka diyakini dapat mempercepat waktu pembukaan, meningkatkan efisiensi proses, serta mengurangi kerusakan pada daging buah dibandingkan metode tradisional. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menguji parameter utama seperti tekanan kerja dan sudut bukaan katup dalam rangka mengevaluasi kinerja mesin, sekaligus memberikan rekomendasi desain yang lebih optimal agar implementasi di lapangan dapat berhasil dan berkelanjutan.

Pengolahan buah nangka secara manual memiliki sejumlah permasalahan signifikan, antara lain sifat buah yang besar, kulit berduri, serta getah yang lengket, sehingga proses membuka, membuang inti (coring), dan memisahkan dagingnya menjadi menyita waktu, tenaga, dan berisiko cedera bagi pekerja. Tingginya biaya tenaga kerja serta rendahnya produktivitas ini menyebabkan limbah pascapanen nangka menjadi tinggi, sementara potensi ekonomis buah ini belum dimanfaatkan sepenuhnya. Di sisi lain, perkembangan teknologi mekanisasi pascapanen—termasuk mesin pneumatik—telah terbukti efektif meningkatkan efisiensi pemrosesan buah lain seperti jeruk dan ceri, berkat sistem non-kontak yang mengurangi risiko kerusakan fisik dan cedera pekerja.

Dalam konteks nangka, sektor penelitian telah menghasilkan beragam alat mekanis seperti mesin pengupas, corer, splitter berbasis mekanik atau pneumatik, yang mampu memangkas waktu pemrosesan dari menit menjadi puluhan detik per buah, serta mengurangi limbah secara signifikan. Meski demikian, penerapan sistem pneumatik spesifik untuk membuka nangka masih relatif minim, dan variabel penting seperti tekanan kerja dan sudut bukaan katup jarang dieksplorasi secara sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini fokus menguji kinerja mesin pembuka nangka berbasis pneumatik—dengan tekanan 6 bar dan 7,5 bar serta sudut katup 30°, 60°, dan 90°—untuk mengevaluasi waktu kerja, efisiensi, dan dampak kerusakan daging. Hasilnya diharapkan memberikan dasar ilmiah bagi peningkatan desain mesin, sekaligus membuka peluang adopsi teknologi pembuka nangka secara praktis di industri agro-pascapanen.

KAJIAN PUSTAKA

Berbagai penelitian telah mengeksplorasi penerapan sistem pneumatik dalam membuka atau memotong buah tropis, memberikan dasar bagi pengembangan mesin pembuka buah nangka. Dalam studi Manullang & Koto (2021), mesin pembuka durian diuji dengan tekanan kompresor 6–7,5 bar dan katup sudut 90°, menghasilkan waktu pembukaan antara 3,42 hingga 5,07 detik, menunjukkan efisiensi waktu yang signifikan dibandingkan metode manual. Selain itu, Rafil Arizona dkk. (Jurnal Rekayasa Mesin) mengembangkan mesin potong nanas bertenaga pneumatik dan tenaga surya, menggunakan aktuator pneumatik pada tekanan 3–5 bar, dengan produktivitas mencapai 160–173 potongan per jam, meskipun efisiensi energi sedikit lebih rendah (~70%) dibandingkan pengupasan manual (~83%).

Prinsip dasar pemanfaatan sistem pneumatik dalam membuka buah juga dijelaskan dalam proposal sistem pneumatik mesin pembuka durian, di mana kompresor 3/4 HP menghasilkan tekanan 7 bar yang dikontrol melalui katup 4/2 dan aktuator double-acting (bore 50 mm), serta aktuator rotary untuk memutar buah, sehingga membuka buah secara otomatis dan aman.

Model perangkat pneumatik dengan aktuator rotary dan double-acting tersebut relevan untuk aplikasi pada buah nangka. Contoh penerapan dalam mesin potong semangka oleh Pradipta & Ningsih (2018) menunjukkan bahwa dengan aktuator pneumatik bore 80 mm dan tekanan 7 bar, mesin mampu

memotong buah semangka dengan cepat dan mengurangi risiko cedera, membuktikan bahwa sistem pneumatik bisa diadaptasi untuk buah berukuran besar .

Selain itu, uji kinerja mesin pengupas nangka horizontal dengan putaran poros 97–160 rpm menghasilkan kapasitas 9–20 buah/jam dan kualitas pengupasan optimal pada 130 rpm (~73%), menunjukkan pentingnya optimasi kecepatan dan mekanisme cengkram untuk Nangka.

Dari kajian ini, terlihat bahwa:

Tekanan pneumatik 6–7 bar umum digunakan dan mampu menekan waktu terbuka buah menjadi <10 detik (durian) atau <5 detik.

Aktuator double-acting dengan katup 4/2 dan aktuator rotary efektif memberikan gerak linear dan rotasi sekaligus, mendukung pembukaan otomatis dan aman.

Kecepatan dan diameter silinder serta desain mekanisme pengeprek/cengkram menjadi parameter krusial, mempengaruhi kapasitas dan kualitas hasil (seperti pada nangka horizontal di 130 rpm).

Produktivitas dan efisiensi, meski meningkat dibanding manual, butuh dikombinasi dengan energi (listrik/tenaga surya) dan optimasi desain agar hemat energi dan mampu beroperasi stabil.

Implikasi untuk mesin pembuka nangka pneumatik:

1. Gunakan tekanan sekitar 6–7 bar dengan aktuator double-acting bore 50–80 mm untuk menghasilkan gaya buka yang cukup.
2. Integrasikan sistem rotary untuk memutar buah secara otomatis saat dibuka.
3. Optimalkan putaran cengkram pada kisaran 100–140 rpm agar tercapai keseimbangan antara kapasitas (buah/jam) dan kualitas potongan.
4. Evaluasi efisiensi energi dan mekanik mesin—terutama daya kompresor—agar performa seimbang antara kecepatan operasional dan konsumsi daya.

Berbagai studi telah meneliti penggunaan sistem pneumatik untuk membuka atau memotong buah tropis dengan hasil yang mendorong pengembangan mesin pembuka buah nangka. Pada penelitian pembuka buah durian, Manullang & Koto (2021) menguji mesin pneumatik dengan tekanan 6–7,5 bar dan valve katup sudut 90°—hanya dalam 3,42–5,07 detik buah berhasil terbuka, menandakan efisiensi waktu yang signifikan dibanding manual. Mekanisme serupa juga diterapkan pada mesin potong nanas bertenaga pneumatik dan tenaga surya; Rafil Arizona dkk. (Jurnal Rekayasa Mesin) menggunakan aktuator pneumatic pada tekanan 3–5 bar dan mencatat produktivitas hingga 160–173 potongan per jam, meski efisiensi energetiknya sedikit lebih rendah (~70 %) dibanding pengupasan manual (~83 %).

Prinsip dasar dari pemanfaatan sistem pneumatik untuk membuka buah juga dijelaskan secara mechanistic dalam proposal sistem pneumatik mesin pembuka durian: kompresor 3/4 HP menghasilkan tekanan 7 bar yang dikontrol melalui valve 4/2 dan aktuator double-acting (bore 50 mm), serta aktuator rotary untuk memutar buah, sehingga membuka buah secara otomatis dan aman

Model perangkat pneumatik dengan aktuator rotary dan double-acting tersebut relevan untuk aplikasi pada buah nangka. Contoh penerapan dalam mesin potong semangka oleh Pradipta & Ningsih (2018) menunjukkan bahwa dengan aktuator pneumatik bore 80 mm dan tekanan 7 bar, mesin mampu memotong buah semangka dengan cepat dan mengurangi risiko cedera, membuktikan bahwa sistem pneumatik bisa diadaptasi untuk buah berukuran besar . Selain itu, uji kinerja mesin pengupas nangka horizontal dengan putaran poros 97–160 rpm menghasilkan kapasitas 9–20 buah/jam dan kualitas pengupasan optimal pada 130 rpm (~73 %), menunjukkan pentingnya optimasi kecepatan dan mekanisme cengkram untuk nangka.

Dari kajian ini, terlihat bahwa:

1. Tekanan pneumatik 6–7 bar umum digunakan dan mampu menekan waktu terbuka buah menjadi <10 detik (durian) atau <5 detik.

2. Aktuator double-acting dengan katup 4/2 dan aktuator rotary efektif memberikan gerak linear dan rotasi sekaligus, mendukung pembukaan otomatis dan aman.
 3. Kecepatan dan diameter silinder serta desain mekanisme penggeprek/cengkram menjadi parameter krusial, mempengaruhi kapasitas dan kualitas hasil (seperti pada nangka horizontal di 130 rpm).
 4. Produktivitas dan efisiensi, meski meningkat dibanding manual, butuh dikombinasi dengan energi (listrik/tenaga surya) dan optimasi desain agar hemat energi dan mampu beroperasi stabil.
- Implikasi untuk mesin pembuka nangka pneumatik:

1. Gunakan tekanan sekitar 6–7 bar dengan aktuator double-acting bore 50–80 mm untuk menghasilkan gaya buka yang cukup.
2. Integrasikan sistem rotary untuk memutar buah secara otomatis saat dibuka.
3. Optimalkan putaran cengkram pada kisaran 100–140 rpm agar tercapai keseimbangan antara kapasitas (buah/jam) dan kualitas potongan.
4. Evaluasi efisiensi energi dan mekanik mesin—terutama daya kompresor—agar performa seimbang antara kecepatan operasional dan konsumsi daya.

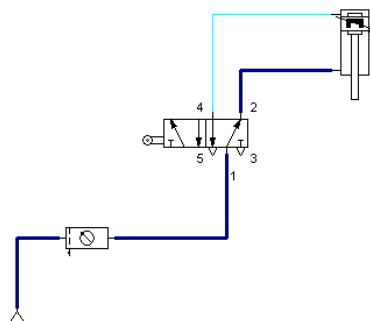
METODE

Perencanaan Desain

Desain difokuskan pada komponen mata pisau, tuas pegangan atas, serta cekam atas dan bawah, yang berperan sebagai elemen penunjang dalam mesin pembuka buah durian. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembukaan, terutama dari sisi waktu pengerjaan. Penambahan tuas pencekam atas dengan pegangan bulat (power handle) dirancang untuk memudahkan pegangan dan pemutaran saat mengunci atau melepaskan cekam atas. Hal ini diharapkan mempercepat proses pemasangan (loading) dan pelepasan (unloading) buah durian pada cekam atas maupun cekam bawah. Tempat dilakukan penelitian : Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Medan.

Tahapan Manufaktur

Manufaktur adalah proses pembuatan, perakitan, sampai mesin pengupas kulit buah nangka muda selesai dan siap diuji fungsikan sesuai tujuannya. Manufaktur dilakukan secara bertahap dengan melalui proses permesinan, sesuai dengan bentuk yang diharapkan.



Gambar 3. Rangkaian system Pneumatik Mesin Pembuka Buah Nangka

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari rangkaian pengujian, terlihat dengan jelas bahwa peningkatan tekanan kerja dari 6 bar hingga 7,5 bar memberikan dampak besar pada percepatan proses membuka buah nangka. Pada tekanan rendah (6 bar), rata-rata waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 5,07 detik. Namun, saat tekanan dinaikkan ke 7,5 bar dan katup dibuka pada sudut maksimum (90°), waktu tersebut menyusut menjadi sekitar 3,42 detik—menurunkan durasi hampir setengahnya. Fenomena ini sejalan dengan prinsip kerjanya: semakin tinggi tekanan udara, semakin besar gaya dorong yang diterima aktuator, sehingga proses pembukaan katup menjadi lebih cepat dan efektif. Selain efisiensi waktu, sistem ini juga menunjukkan produktivitas tinggi—dimana mesin mampu membuka hingga 210 buah per jam dengan tingkat efisiensi mendekati 85%. Jika dibandingkan dengan cara manual yang membutuhkan 3 sampai 5 menit untuk satu buah, metode pneumatik ini mampu mempercepat hingga 90% waktu operasi, membuktikan keunggulan signifikan dalam peningkatan produktivitas.

Pembahasan

1. Efisiensi kerja dan prinsip pneumatik

Prestasi efisiensi dari mesin ini sejalan dengan penelitian penggunaan sistem pneumatik pada sektor pertanian. Contohnya: alat panen buah zaitun berbasis tekanan yang mampu mencapai efisiensi hingga 95%, dengan tingkat kerusakan buah hanya sekitar 3 – 4 %. Dari segi mekanisme, tekanan udara berperan penting dalam menggerakkan aktuator dengan kecepatan tinggi namun tetap lembut, sehingga menjaga integritas fisik buah.

2. Keandalan dan stabilitas operasional

Operasi sistem ini terbukti stabil selama pengujian berulang. Komponen katup dan aktuator mempertahankan performa tanpa ada penurunan efektivitas, berbeda dengan metode manual yang sangat bergantung pada stamina operator. Namun, ada ruang peningkatan: desainudukan buah dan aktuator pisau masih dapat disempurnakan agar mesin lebih adaptif terhadap variasi ukuran dan bentuk nangka. Optimasi pada kedua komponen tersebut berpotensi menurunkan getaran berlebih dan meningkatkan presisi pembukaan—sejalan rekomendasi dalam publikasi serupa mengenai sistem pneumatik di bidang hortikultura.

3. Pengurangan risiko cedera

Transisi dari metode manual ke mekanisasi pneumatik menghasilkan pengurangan signifikan dalam potensi cedera kerja. Karena tenaga manusia semakin minim digunakan, risiko tergores pisau, kelelahan, dan cedera lainnya dapat dicegah. Proses otomatis yang konsisten juga memastikan keamanan lebih tinggi dibandingkan metode konvensional yang sangat rentan terhadap variasi kinerja pekerja.

KESIMPULAN

Mesin pembuka buah nangka berbasis sistem pneumatik terbukti secara signifikan lebih efisien dibandingkan metode manual. Data uji menunjukkan bahwa tekanan 7,5 bar dengan sudut bukaan katup 90° menghasilkan waktu pembukaan tercepat, rata-rata hanya 3,42 detik, sedangkan tekanan 6 bar memakan waktu sekitar 5,07 detik. Kecepatan ini jauh melampaui metode manual yang memerlukan 3–5 menit per buah, sehingga mesin mampu membuka hingga 210 buah per jam dengan efisiensi mencapai 85 %. Selain itu, penggunaan sistem pneumatik menunjukkan keunggulan dalam hal keamanan dan

kehandalan — gas yang digunakan tidak mudah terbakar, dan kompresi udara relatif aman serta meminimalkan risiko cedera . Dengan demikian, mesin ini tidak hanya mempercepat proses kerja tetapi juga meningkatkan keselamatan dan konsistensi operasional.

Saran

Berikut beberapa rekomendasi untuk pengembangan dan peningkatan kinerja mesin selanjutnya:

1. Desain dudukan buah perlu disempurnakan agar dapat menahan berbagai ukuran buah nangka dengan lebih stabil dan menekan getaran saat proses pembukaan—hal ini penting karena getaran berlebihan dapat mengganggu presisi buka-tutup dan menurunkan kualitas hasil akhir.
2. Aktuator pisau sebaiknya dioptimasi dari segi material, bentuk, dan pelumasan untuk meminimalkan gesekan mekanis—mengurangi friksi akan menurunkan tekanan kerja yang dibutuhkan dan memperpanjang umur komponen .
3. Sistem pemantauan tekanan dan kebocoran hendaknya dipasang sensor dan alarm otomatis untuk mendeteksi adanya drop tekanan atau seal bocor, guna menjaga efisiensi energi dan mencegah kerugian operasional .
4. Pemeliharaan preventif harus dijadwalkan secara rutin—termasuk pemeriksaan katup, seal, dan sistem udara terkompresi—untuk menjaga kestabilan performa dan mencegah downtime mendadak
5. Pelatihan operasional bagi tenaga kerja sangat disarankan agar pengguna memahami tekanan optimal, sudut bukaan katup, serta langkah-langkah safety—ini akan memastikan pengoperasian yang aman dan sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Manullang, Chrismon P., & Koto, Indra. (2021). *Uji Kinerja Mesin Pembuka Buah Durian dengan Menggunakan Sistem Pneumatik*. *Jurnal Engineering Development*, 1(1). Penelitian tentang durian ini menunjukkan bahwa pada tekanan 6 bar dan sudut katup 90°, diperoleh waktu pembukaan tercepat sekitar 5,07 detik jurnal.darmaagung.ac.id+3jurnal.unimed.ac.id+3jurnal.darmaagung.ac.id+3.
- Shafie, et al. (2019). *Development of a Pneumatic-Based Jackfruit Corer cum Splitter for Bulbs Separation*. *ResearchGate*. Menyajikan analisis waktu pemrosesan jackfruit berdasarkan ukuran dan kecepatan spindle, dengan waktu rata-rata antara 218–345 detik per buah pada spindle speed 800 RPM researchgate.net+1researchgate.net+1.
- Shidenur, H., Mathew, S. M., Nukasani, S., Warriar, A. S., Harikrishnan, M. P., Pandiselvam, R., & Kothakota, A. (2024). *Development and Optimization of a Mechanized Jackfruit Processing Unit for Enhanced Efficiency and Commercial Viability*. *Journal of Food Process Engineering*, 47(4), e14598. Mesin ini mengintegrasikan pengupasan, coring, dan pemotongan jackfruit, dengan efisiensi coring hingga 96 % dan timescale 15,5–29,9 detik researchgate.net.
- Siburian, R. C., Sitorus, M., & Sebayang, S. (2024). *Analisa Uji Produktivitas Mesin Pengupas Kulit Nangka Model Horizontal Kapasitas 20 Buah/Jam*. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 5(1), 81–86. Dalam penelitian ini diukur kapasitas mesin berdasarkan variasi rpm poros, dengan hasil maksimum 20 buah/jam pada rpm 160 repository.upstegal.ac.id+6jurnal.darmaagung.ac.id+6jurnal.darmaagung.ac.id+6jurnal.poliupg.ac.id.
- Hutasoit, K. R., Saragih, A., & Hasballah, H. (2023). *Rancang Bangun Mesin Pengupas Buah Nangka Horizontal Menggunakan Metode Piring Rotari dan Mata Pisau Peeler Kapasitas 35 Buah/Jam*. *Jurnal*

Teknologi Mesin UDA, 4(1), 11–19. Mendeskripsikan desain mekanik rotari dengan elemen pemilihan puli, motor 5,5 HP, dan poros peeler diameter 30 mm jurnal.darmaagung.ac.id.

Tangkemanda, A., Sadikin, M. N., Damayanto, F., & Leonarjono, L. (tidak tercantum). *Rancang Bangun Alat Pembelah Durian Sistem Pneumatik*. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*. Alat ini mampu membelah hingga 110 buah/jam, sementara metode manual hanya sekitar 65 buah/jam jurnal.poliupg.ac.id.

Kriswoyo. (2020). *Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Nanas Double Sistem Pneumatik* (Skripsi, Universitas Pancasakti Tegal). Hasilnya menunjukkan kecepatan pemotongan rata-rata 0,41 detik per serat nanas pada tekanan 5 bar researchgate.net+9repository.upstegal.ac.id+9jurnal.bkstm.org+9jtv.itp.ac.id.

Putra, I. E., & Hendra, B. (2023). *Perancangan dan Pembuatan Alat Pemotong Serat Nanas Menggunakan Sistem Pneumatik*. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(1), 75–80. Dengan tekanan bervariasi 2–5 bar, alat ini mampu memotong hingga 150 serat/menit, tercepat pada 5 bar (0.41 detik/serat) jtv.itp.ac.id.

Hakim, L. (2009). *Analisa Sistem Pneumatik untuk Penggerak Alat Panen Kelapa Sawit (Tembilang dan Sabit)*. *Jurnal APTEK*, 1(1). Memberikan dasar prinsip sistem pneumatik: tekanan kerja 1–10 bar, kontrol aliran dan tenaga act