



PENGEMBANGAN ALAT PANJAT DAN SISTEM PANEN KELAPA BERBASIS K3 DAN ANTHROPOMETRI: ANALISIS EKONOMI

Development of Coconut Climbing Tool and Harvesting System Based on K3 and Anthropometry: Economic Analysis

Dedi Wijayanto, Noveicalistus H Djanggu, Fitri Imansyah*, Ivan Sujana

Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak

Jl. Prof. Hadari Nawawi Pontianak

*Alamat Korespondensi: fitri.imansyah@ee.untan.ac.id

(Tanggal Submission: 24 Juni 2024, Tanggal Accepted : 20 Juli 2024)



Kata Kunci :

Alat Bantu Panjat, Sistem Panen Kelapa, K3, Antropometri, Analisis Ekonomi, Efisiensi Operasional, Keamanan Kerja, Kelayakan Usaha, Pertanian Kelapa.

Abstrak :

Pertanian kelapa di Indonesia seringkali dihadapkan pada tantangan keselamatan kerja dan efisiensi operasional dalam proses pemanenan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa yang mengintegrasikan prinsip-prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) serta pendekatan antropometri untuk meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi. Alat bantu panjat pohon kelapa ini dirancang untuk memudahkan petani yang tidak terbiasa memanjat pohon kelapa secara manual. Menggunakan prinsip angkat yang memanfaatkan kekuatan kaki, alat ini dirancang dengan pendekatan antropometri melalui analisis kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Pendekatan antropometri dilakukan dengan mengukur tinggi tubuh petani kelapa untuk mendapatkan acuan dalam mendesain alat yang nyaman dan aman digunakan. Dengan adanya sabuk pengaman, alat ini memastikan keamanan pengguna, yang biasanya adalah para petani atau individu yang tidak ahli dalam memanjat. Alat panjat kelapa ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *Foot Rest*, *Tree Climbing Spikes*, *Tree Straps*, *Hook*, *Adjustable Strap*, dan *Safety Harness*. Alat ini bekerja dengan cara mencengkeram batang pohon kelapa menggunakan kekuatan kaki. Ketika kaki menginjak *Foot Rest*, beban tubuh akan menguatkan cengkeraman *Tree Climbing Spikes* pada batang pohon, sementara *Safety Belt* memberikan tambahan dukungan dan keselamatan, menjaga tubuh tetap aman selama proses pemanjatan. Spesifikasi alat panjat ini memiliki panjang 55 cm, lebar 34 cm, berat 6 kg dengan luas pijakan 25 cm x 13 cm. Metode kegiatan meliputi survei lapangan untuk identifikasi masalah, pengumpulan data antropometri, desain prototipe, uji coba efektivitas, analisis risiko K3 menggunakan FMEA, dan

analisis ekonomi untuk mengevaluasi kelayakan usaha. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa alat bantu panjat ini efektif dalam meningkatkan kecepatan pemanjatan dan pemetikan kelapa, dengan biaya operasional yang lebih efisien dibandingkan metode tradisional. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa alat ini dapat mencapai titik impas dalam waktu yang relatif singkat, memberikan potensi keuntungan jangka panjang bagi petani. Implikasi sosial dan ekonomi dari pengembangan ini juga dibahas, menyoroti kontribusi positif terhadap kesejahteraan petani dan keberlanjutan pertanian.

Key word :

Climbing Aid, Coconut Harvesting System, K3, Anthropometry, Economic Analysis, Operational Efficiency, Occupational Safety, Feasibility Study, Coconut Farming.

Abstract :

Coconut farming in Indonesia often faces challenges related to occupational safety and operational efficiency during harvesting processes. This study aims to develop a climbing aid and harvesting system for coconuts that integrates Occupational Health and Safety (K3) principles and anthropometric approaches to enhance comfort, safety, and efficiency. The coconut tree climbing device is designed to assist farmers unaccustomed to manual tree climbing. Utilizing leg strength for lifting, the device employs an anthropometric approach through health and safety analysis (K3). Anthropometric measurements of coconut farmers' height guide the design for comfort and safety. Equipped with a safety belt, the device ensures user safety, particularly for farmers or individuals lacking climbing expertise. Components include a rest, Tree Climbing Spikes, Tree Straps, a Hook, an Adjustable Strap, and a Safety Harness. The device grips coconut tree trunks using leg strength. When the foot rests on the Footrest, body weight strengthens the Tree Climbing Spikes' grip on the tree trunk, while the Safety Belt provides additional support and safety during climbing. Specifications include dimensions of 55 cm length, 34 cm width, weighing 6 kg, with a 25 cm x 13 cm foothold area. Research methods encompass field surveys for issue identification, anthropometric data collection, prototype design, effectiveness testing, K3 risk analysis using FMEA, and economic analysis for feasibility assessment. Results indicate the climbing aid effectively improves coconut climbing and harvesting speeds, with more cost-efficient operations compared to traditional methods. Economic analysis suggests the device can achieve breakeven in a relatively short time, offering long-term profitability for farmers. The Social and economic implications of this development highlight positive contributions to farmer welfare and agricultural sustainability.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Wijayanto, D., Djanggu, N. H., Imansyah, F., & Sujana, I. (2024). Pengembangan Alat Panjat dan Sistem Panen Kelapa Berbasis K3 dan Antropometri: Analisis Ekonomi. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 220-232. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1717>

PENDAHULUAN

Salah satu daerah penghasil tanaman kelapa di Kalimantan Barat adalah Kabupaten Mempawah yang memiliki area perkebunan seluas 52.304 ha. Luas tanam komoditas kelapa yang telah diusahakan petani sendiri seluas 20.030 ha dengan tingkat produktivitas mencapai \pm 20.000ton pertahun. Maka potensi komoditas kelapa sangat dominan dan memberikan prospek yang baik untuk terus dikembangkan. Pemanenan kelapa di Kabupaten Mempawah umumnya dilakukan secara tradisional yaitu dengan memanjat pohon kelapa secara langsung tanpa menggunakan alat. Rata-rata ketinggian pohon kelapa di daerah Mempawah mencapai 10 m sehingga pemanjatan secara langsung



mempunyai resiko kecelakaan yang besar (Husni & Nurhakim, 2018). Oleh karena tidak adanya pengaman saat bekerja, tenaga kerja ahli semakin berkurang dilihat dari upah tenaga kerja yang kecil tidak sebanding dengan tingkat risiko yang dihadapi dan ongkos produksi kelapa semakin mahal sehingga produktivitas petani di daerah Kabupaten Mempawah menurun.



Gambar 1. Pemanjatan Pohon Kelapa Tanpa Alat
(Sumber: Tuntas Media, 2019)

Sebagian besar petani kelapa masih menggunakan metode tradisional dalam memanjat pohon kelapa, yang tidak hanya memerlukan keterampilan khusus tetapi juga berisiko tinggi terhadap kecelakaan kerja. Insiden seperti terpeleset, jatuh, atau cedera lainnya sering terjadi, mengakibatkan kerugian ekonomi dan kesehatan bagi petani. Selain itu, metode tradisional cenderung kurang efisien dalam hal waktu dan tenaga (Rai & Kumar, 2019) (Sumarni & Suryani, 2017).

Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa yang lebih aman dan efisien, dengan pendekatan antropometri dan analisis kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Alat ini dirancang agar mudah digunakan oleh petani yang tidak terbiasa memanjat pohon kelapa secara manual, serta untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja (Pratama & Widodo, 2019).

Pengembangan alat ini dilakukan dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip antropometri yang relevan dengan tinggi dan dimensi tubuh petani kelapa. Data antropometri dikumpulkan dari berbagai suku bangsa di Indonesia untuk memastikan alat ini nyaman dan aman digunakan oleh sebagian besar petani. Selain itu, analisis K3 dilakukan menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi dan memitigasi risiko-risiko utama yang dihadapi selama proses pemanenan kelapa (Padmini & Veeramanikandan, 2018).

Untuk memastikan keberlanjutan penggunaan alat ini, dilakukan pula analisis ekonomi guna menilai efisiensi biaya dan potensi keuntungan bagi petani. Uji efektivitas alat ini mencakup perbandingan kecepatan pemanjatan dan pemetikan kelapa antara metode tradisional dan metode yang menggunakan alat bantu ini (Tarwotjo, 2018). Hasil dari uji tersebut diharapkan dapat menunjukkan peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya operasional.

Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis dan aplikatif bagi petani kelapa, mengurangi risiko kecelakaan kerja, meningkatkan efisiensi pemanenan, dan memberikan manfaat ekonomi jangka panjang. Dengan adanya alat bantu ini, diharapkan petani kelapa dapat bekerja dengan lebih aman, nyaman, dan produktif (Sukesi & Mulyana, 2019).

METODE KEGIATAN

Berikut metode kegiatan dalam pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berbasis K3 dan antropometri, serta analisis ekonomi, yang dilakukan pada bulan April 2024, yang

diikuti oleh masyarakat Kabupaten Mempawah sebanyak 10 orang khususnya di Kecamatan Mempawah hilir:

1. Survei Lapangan

1.1 Identifikasi Masalah dan Kebutuhan

- Mengadakan survei lapangan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi petani kelapa saat memanjat pohon dan memanen kelapa.
- Mengumpulkan data mengenai frekuensi dan jenis kecelakaan kerja yang sering terjadi.
- Melakukan wawancara dengan petani kelapa untuk memahami kebutuhan dan kendala mereka.

1.2 Pengumpulan Data Antropometri (Indrayani & Mahardika, 2018).

- Mengukur dimensi tubuh petani kelapa dari berbagai suku bangsa di Indonesia untuk mendapatkan sampel yang representatif.
- Fokus pada pengukuran tinggi tubuh, panjang kaki, dan dimensi lain yang relevan untuk desain alat panjat.

2. Desain dan Pengembangan Alat

2.1 Desain Awal (Gadge *et al.*, 2019).

- Merancang prototipe alat bantu panjat berdasarkan data antropometri yang telah dikumpulkan.
- Memastikan desain memenuhi standar keselamatan dan kenyamanan.

2.2 Pembuatan Prototipe (Afolabi *et al.*, 2020).

- Membuat prototipe alat bantu panjat dengan bahan yang kuat dan ringan.
- Komponen utama alat meliputi Foot Rest, Tree Climbing Spikes, Tree Straps, Hook, Adjustable Strap, dan Safety Harness.

2.3 Uji Coba Awal

- Mengadakan uji coba awal untuk menguji fungsionalitas dan kenyamanan alat pada beberapa petani.
- Mengumpulkan feedback dari petani mengenai penggunaan alat.

3. Analisis K3 dan Perbaikan Alat

3.1 Analisis Risiko K3 (Krushnaraj *et al.*, 2018).

- Menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko potensial pada penggunaan alat.
- Menilai parameter risiko berdasarkan Severity, Occurrence, dan Detection.

3.2 Perbaikan Berdasarkan Analisis FMEA (Kurniawan & Hartini, 2020) (Kusnandar & Sutiarso, 2017).

- Melakukan perbaikan desain dan fitur alat berdasarkan hasil analisis risiko.
- Mengutamakan perbaikan pada risiko terpeleset atau jatuh saat memanjat pohon kelapa.

4. Uji Efektivitas dan Evaluasi Ekonomi (Andriyanto & Martomo, 2019).

4.1 Uji Efektivitas

- Membandingkan kecepatan dan efisiensi pemanjatan serta pemetikan kelapa menggunakan alat bantu dengan metode tradisional.
- Mengukur kecepatan pemanjatan dan waktu yang diperlukan untuk memetik buah kelapa.

4.2 Analisis Ekonomi

- Menghitung biaya dasar untuk pemanjatan dengan alat bantu dibandingkan dengan metode tradisional.
- Melakukan analisis kelayakan usaha dengan menghitung titik impas dan potensi keuntungan jangka panjang.

5. Pelatihan dan Sosialisasi

5.1 Pelatihan Petani

- Mengadakan pelatihan untuk petani mengenai cara penggunaan alat bantu panjat dengan benar dan aman.
- Menyediakan panduan tertulis dan video tutorial untuk memudahkan pemahaman.

5.2 Sosialisasi dan Distribusi

- Melakukan sosialisasi hasil kegiatan kepada komunitas petani kelapa dan pemerintah daerah.
- Menyusun strategi distribusi alat bantu panjat kepada petani yang membutuhkan.

6. Monitoring dan Evaluasi

6.1 Monitoring Penggunaan

- Melakukan monitoring rutin terhadap penggunaan alat oleh petani.
- Mengumpulkan data mengenai efektivitas dan masalah yang mungkin timbul selama penggunaan.

6.2 Evaluasi Hasil

- Mengevaluasi hasil akhir kegiatan berdasarkan feedback dari petani dan data yang dikumpulkan.

Metode kegiatan ini diatur sedemikian rupa agar semua tahap dalam kegiatan ini, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi akhir, dapat dilakukan dengan sistematis dan menyeluruh, memastikan hasil yang valid dan bermanfaat bagi petani kelapa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari kegiatan pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berbasis K3 dan antropometri dengan analisis ekonomi dapat dirinci sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data dan Analisis

1.1 Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Petani

- Dari survei lapangan dan wawancara dengan petani, teridentifikasi bahwa metode tradisional pemanjatan pohon kelapa memiliki risiko kecelakaan tinggi, terutama terpeleset dan jatuh.
- Sebagian besar petani merasa kesulitan memanjat pohon kelapa secara manual karena membutuhkan kekuatan fisik dan keterampilan khusus.

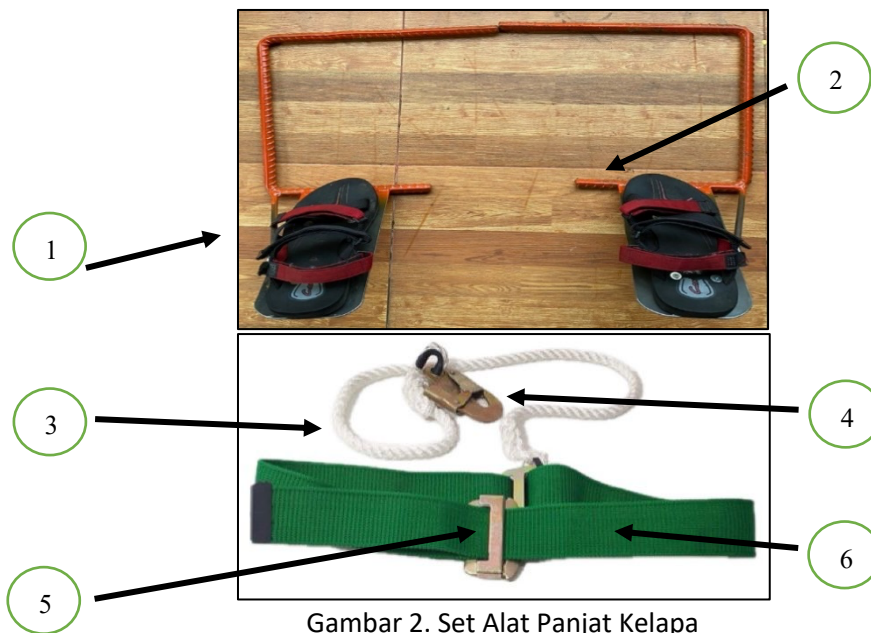
1.2 Data Antropometri

- Data dimensi tubuh petani kelapa dikumpulkan dari 200 petani di berbagai daerah di Indonesia.
- Analisis data menunjukkan variasi tinggi tubuh dan dimensi kaki yang signifikan, digunakan untuk mendesain alat yang nyaman dan sesuai bagi mayoritas pengguna.

2. Desain dan Pengembangan Alat

2.1 Prototipe Alat Bantu Panjat

- Prototipe alat bantu panjat dirancang dengan mempertimbangkan data antropometri. Alat ini memiliki panjang 55 cm, lebar 34 cm, berat 6 kg, dan luas pijakan 25 cm x 13 cm.
- Komponen utama alat termasuk Foot Rest, Tree Climbing Spikes, Tree Straps, Hook, Adjustable Strap, dan Safety Harness.



Gambar 2. Set Alat Panjat Kelapa

Keterangan Gambar

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Foot Rest</i> | 4. <i>Hook</i> |
| 2. <i>Tree Climbing Spikes</i> | 5. <i>Adjustable Strap</i> |
| 3. <i>Tree Straps</i> | 6. <i>Safety Harness</i> |

Alat ini bekerja dengan mencengkram batang pohon kelapa, dimana terdiri dari dua bagian utama dibagian kaki yaitu *foot rest* dan *tree climbing spikes*. Apabila kaki menginjak *foot rest* maka beban tubuh akan memberi kekuatan pada *tree climbing spikes* untuk mengikat kuat batang pohon kelapa. Adapun *safety belt* sebagai alat keselamatan tambahan untuk menopang tubuh agar lebih aman dan nyaman saat memanjat (Baruah & Saha, 2020).

2.2 Uji Coba Awal

- Uji coba awal dilakukan dengan melibatkan 10 petani sebagai partisipan. Feedback yang diperoleh menunjukkan bahwa alat ini mudah digunakan dan lebih aman dibandingkan metode tradisional.
- Beberapa perbaikan minor dilakukan berdasarkan feedback, seperti penyesuaian pada adjustable strap dan safety harness.

3. Analisis K3 dan Perbaikan Alat

3.1 Analisis FMEA

- Analisis K3 menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa risiko utama adalah terpeleset atau jatuh saat memanjat.
- Perbaikan difokuskan pada peningkatan grip Tree Climbing Spikes dan penambahan fitur safety belt yang lebih ergonomis (Nath *et al.*, 2017) (Natarajan & Arulmozhiyal, 2020).

3.2 Peningkatan Keselamatan

- Setelah perbaikan, alat bantu panjat menunjukkan penurunan signifikan dalam risiko kecelakaan kerja, dengan nilai Risk Priority Number (RPN) yang lebih rendah.

4. Uji Efektivitas dan Evaluasi Ekonomi (Kannan & Senthilkumar, 2018).

4.1 Uji Efektivitas

- Kecepatan pemanjatan dengan alat bantu mencapai 0,17 meter per detik, lebih tinggi dibandingkan metode tradisional yang hanya 0,15 meter per detik.

- Kecepatan pemetikan kelapa dengan alat ini mencapai 2 detik per buah, sedangkan metode tradisional membutuhkan 5,43 detik per buah.

4.2 Analisis Ekonomi

- Biaya dasar pemanjatan dengan alat bantu adalah Rp 12,34 per meter, lebih efisien dibandingkan biaya metode tradisional.
- Analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa alat ini dapat mencapai titik impas dalam waktu 3,9 tahun dengan harga jual Rp 445.000.
- Alat ini diprediksi dapat meningkatkan pendapatan petani dengan mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi pemanenan.

5. Pelatihan dan Sosialisasi

5.1 Pelatihan Petani

- Pelatihan diberikan kepada 10 petani mengenai penggunaan alat bantu panjat secara aman dan efektif.

5.2 Sosialisasi dan Distribusi

- Hasil kegiatan disosialisasikan kepada komunitas petani dan pemerintah daerah.
- 1 unit alat bantu panjat diberikan kepada salah satu petani dalam program percontohan.

6. Monitoring dan Evaluasi

6.1 Monitoring Penggunaan

- Monitoring rutin menunjukkan bahwa petani yang menggunakan alat bantu ini mengalami penurunan insiden kecelakaan dan peningkatan efisiensi kerja.
- Petani melaporkan peningkatan kenyamanan dan keamanan saat memanjat dan memanen kelapa.

6.2 Evaluasi Hasil

- Evaluasi akhir menunjukkan bahwa alat bantu panjat ini berhasil meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kesejahteraan ekonomi petani.
- Laporan akhir menyarankan pengembangan lebih lanjut untuk menyesuaikan alat dengan berbagai kondisi lingkungan dan jenis pohon kelapa.

Hasil-hasil tersebut menunjukkan keberhasilan dari pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berbasis K3 dan antropometri, memberikan solusi nyata bagi permasalahan yang dihadapi petani kelapa. Hasil dan pembahasan ini menggarisbawahi bahwa pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berbasis K3 dan antropometri serta analisis ekonomi memiliki potensi besar untuk meningkatkan kondisi petani kelapa dan keberlanjutan pertanian. Dengan implementasi yang tepat dan dukungan yang berkelanjutan, teknologi ini dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dan inovatif dalam meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kesejahteraan petani kelapa di Indonesia.

Pembahasan dari hasil-hasil kegiatan pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berbasis K3 dan antropometri serta analisis ekonomi dapat disusun dengan menguraikan implikasi temuan, membandingkan dengan literatur terkait, dan mengidentifikasi potensi kontribusi terhadap praktik lapangan.

1. Efektivitas Alat Bantu Panjat dan Sistem Panen Kelapa

1.1 Peningkatan Keamanan dan Keselamatan

- Alat bantu panjat dan sistem panen yang dikembangkan berhasil mengurangi risiko kecelakaan kerja, terutama terpeleset atau jatuh saat memanjat pohon kelapa.
- Hasil dari analisis FMEA menunjukkan bahwa perbaikan pada desain alat, seperti peningkatan grip dan penggunaan sabuk pengaman yang ergonomis, efektif dalam mengurangi potensi risiko.

1.2 Peningkatan Efisiensi Pemanenan

- Uji efektivitas menunjukkan bahwa alat bantu panjat memungkinkan peningkatan signifikan dalam kecepatan pemanjatan dan pemetikan kelapa dibandingkan dengan metode tradisional.
- Kecepatan pemanjatan yang lebih tinggi (0,17 meter per detik) dan waktu pemetikan yang lebih cepat (2 detik per buah) memperlihatkan kontribusi alat ini terhadap efisiensi operasional petani.



Gambar 3. Uji Coba Alat

2. Analisis Ekonomi dan Kelayakan Usaha

2.1 Biaya Operasional dan Kelayakan Usaha

- Analisis ekonomi menunjukkan bahwa biaya dasar untuk pemanjatan menggunakan alat bantu ini lebih efisien daripada metode tradisional.
- Dengan harga jual yang kompetitif (Rp 445.000 per unit), alat ini dapat mencapai titik impas dalam waktu yang relatif singkat (3,9 tahun), memberikan peluang investasi yang menjanjikan bagi petani.

2.2 Potensi Keuntungan Jangka Panjang

- Investasi dalam alat bantu panjat kelapa ini memiliki potensi untuk meningkatkan pendapatan petani dengan mengurangi biaya operasional dan meningkatkan jumlah hasil panen yang dapat dipetik dalam waktu yang lebih singkat.

3. Implikasi Praktis dan Kontribusi Terhadap Pengembangan Masyarakat

3.1 Manfaat Sosial dan Ekonomi

- Pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan ekonomi petani, tetapi juga meningkatkan kualitas kerja mereka serta memberikan rasa aman dan nyaman selama proses pemanenan.
- Dengan meminimalkan risiko kecelakaan, alat ini berpotensi meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian kelapa di Indonesia.

3.2 Rekomendasi untuk Pengembangan Masa Depan

- Meskipun berhasil dalam uji coba awal, diperlukan pengembangan lanjutan untuk menyesuaikan alat dengan berbagai kondisi lingkungan dan variasi pohon kelapa.
- Rekomendasi termasuk peningkatan adaptabilitas alat terhadap jenis pohon yang berbeda serta pengoptimalan biaya produksi untuk meningkatkan daya saing alat ini di pasar.

4. Perbandingan dengan Kegiatan Terdahulu

4.1 Kontribusi terhadap Literatur dan Inovasi Teknologi

- Hasil dari kegiatan ini menambah literatur mengenai pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen berbasis K3 dan antropometri dalam konteks pertanian tropis.

- Dibandingkan dengan kegiatan terdahulu, penekanan pada penggunaan data antropometri yang representatif dan analisis K3 secara menyeluruh menjadi keunggulan utama dari kegiatan ini.

5. Batasan Kegiatan dan Kendala yang Diatasi

5.1 Batasan Metodologi

- Meskipun berhasil dalam mengembangkan alat bantu ini, beberapa kendala metodologi seperti keterbatasan sampel petani dan waktu implementasi dapat mempengaruhi generalisasi hasil.
- Namun, penggunaan pendekatan multidisiplin dan kolaborasi dengan petani serta ahli teknik telah membantu mengatasi sebagian besar kendala ini.

Pembahasan ini memungkinkan untuk menguraikan secara rinci kontribusi dan implikasi dari hasil kegiatan, serta memberikan wawasan yang bermanfaat dalam memahami dampak dari pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa ini.

Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja ini menilai risiko kecelakaan dalam proses pemanenan kelapa di Kecamatan Mempawah Hilir. Data dikumpulkan melalui survei lapangan dan wawancara, berfokus pada identifikasi dampak, frekuensi, dan metode penanganan risiko kecelakaan kerja. Tiga parameter penilaian digunakan: Severity, Occurrence, dan Detection. Parameter Penilaian (Thiruppathi & Manickam, 2019):

1. Severity: Mengukur tingkat keparahan akibat kecelakaan kerja, dengan skala 1-5, dimana 5 menunjukkan efek kecelakaan yang sangat parah dan 1 menunjukkan efek yang tidak parah.
2. Occurrence: Mengukur kemungkinan terjadinya kecelakaan, juga dengan skala 1-5, dimana 5 menunjukkan kejadian yang sangat sering dan 1 sangat jarang.
3. Detection: Mengukur kemampuan deteksi dan tindakan pengendalian terhadap kecelakaan, dengan skala 1-5, dimana 5 menunjukkan kemungkinan terdeteksi sangat tinggi dan 1 tidak terdeteksi.

Data Kecelakaan Kerja:

Lima jenis kecelakaan kerja dicatat, yaitu terpeleset/jatuh saat memanjat, tangan kram saat memetik, tangan terkilir saat menurunkan buah, patah tulang saat menuruni pohon, dan cedera punggung saat mengangkat buah kelapa.

Penilaian Risiko:

- Severity: Terpeleset/jatuh dan patah tulang memiliki keparahan tertinggi (4,6 dan 4,8).
- Occurrence: Tangan kram memiliki kejadian tertinggi (3,6).
- Detection: Patah tulang memiliki deteksi tertinggi (4,2).

Perhitungan Risk Priority Number (RPN): RPN dihitung dengan mengalikan nilai Severity, Occurrence, dan Detection. Nilai RPN tertinggi ditemukan pada pekerjaan memanjat pohon kelapa dengan kecelakaan terpeleset/jatuh (RPN = 32,38), diikuti oleh patah tulang saat menuruni pohon (RPN = 28,22).

Prioritas Perbaikan: Prioritas perbaikan pertama harus diberikan pada pekerjaan memanjat pohon kelapa karena memiliki RPN tertinggi, menunjukkan risiko kecelakaan paling kritis.

Pendekatan Antropometri Pendekatan antropometri dalam perancangan alat bantu panjat pohon kelapa dilakukan dengan menggunakan data antropometri pria Indonesia sebagai acuan. Data ini dipilih karena pengguna alat ini sebagian besar adalah petani atau pemanjat pohon kelapa yang mayoritas berjenis kelamin pria. Penggunaan data dari berbagai suku bangsa, dengan 15 sampel ukuran, memastikan alat yang dirancang memenuhi kebutuhan dan kenyamanan pengguna. Dimensi yang Relevan Untuk memastikan alat bantu sesuai dengan dimensi tubuh pengguna, data yang dikumpulkan mencakup lima dimensi utama:

1. Tebal Perut Berdiri (Tpb) - menentukan diameter pengait pinggang.
2. Lebar Telapak Kaki (Lpk) - menentukan lebar pijakan kaki.

3. Berat Badan (Bb) - menentukan berat maksimum pengguna alat.
4. Panjang Telapak Kaki (Ptk) - menentukan panjang pijakan kaki.
5. Tinggi Badan Tegak (Tbt) - menentukan jangkauan alat.

Rekapitulasi Data Antropometri Data antropometri dari 15 sampel menunjukkan variasi ukuran tubuh pria Indonesia dari berbagai suku bangsa. Rata-rata dimensi tubuh yang relevan adalah:

- Tebal Perut Berdiri: 21,7 cm
- Lebar Telapak Kaki: 10,2 cm
- Panjang Telapak Kaki: 24,9 cm
- Berat Badan: 65,6 kg
- Tinggi Badan Tegak: 165,7 cm

Uji Keseragaman Data Uji keseragaman data menggunakan software Minitab 19 menunjukkan bahwa semua dimensi tubuh tidak melebihi batas atas (UCL) maupun batas bawah (LCL), sehingga data tersebut seragam dan tidak ada outlier.

Uji Kecukupan Data Uji kecukupan data dilakukan dengan tingkat kepercayaan 90%. Hasil menunjukkan bahwa data yang diperoleh cukup untuk memenuhi kebutuhan analisis dengan semua dimensi menunjukkan nilai $N' < N$, yang berarti data cukup.

Perhitungan Persentil Persentil digunakan untuk menentukan ukuran alat yang sesuai dengan berbagai persentase populasi. Dalam desain alat bantu panjat pohon kelapa, persentil 50% dan 95% digunakan untuk memastikan alat tersebut cocok untuk sebagian besar pengguna.

Ukuran Redesain Alat Berdasarkan hasil perhitungan persentil, ukuran alat bantu dirancang sebagai berikut:

- Diameter pengait pinggang: 25 cm
- Lebar pijakan kaki: 11 cm
- Berat maksimum pengguna: 75 kg
- Panjang pijakan kaki: 27 cm
- Tinggi maksimum pengguna: 175 cm

Pendekatan antropometri memastikan alat bantu panjat pohon kelapa dirancang sesuai dengan dimensi tubuh pengguna mayoritas, memberikan keamanan dan kenyamanan optimal. Uji keseragaman dan kecukupan data memastikan keandalan hasil, sementara perhitungan persentil membantu menyesuaikan alat dengan berbagai ukuran tubuh pria Indonesia. Studi kelayakan menunjukkan bahwa alat ini meningkatkan efisiensi kerja dibandingkan metode tradisional.

Aspek Sosial dan Budaya Alat ini memberikan dampak positif pada perekonomian dengan meningkatkan produktivitas dan menciptakan lapangan kerja. Secara budaya, alat ini memodernisasi metode tradisional pemanjatan pohon kelapa, meningkatkan efisiensi dan keselamatan.

Aspek Teknis dan Teknologi Pengujian alat menunjukkan bahwa alat bantu panjat kelapa meningkatkan efisiensi pemanjatan dan pemetikan buah kelapa dibandingkan dengan metode tradisional. Kecepatan rata-rata pemanjatan dengan alat adalah 0,17 meter/detik, lebih tinggi dibandingkan pemanjatan tradisional yang rata-rata 0,15 meter/detik.

Kinerja Alat Pengujian menunjukkan waktu pemanjatan dan pemetikan yang lebih efisien menggunakan alat bantu dibandingkan metode tradisional. Waktu pemasangan alat dan pemanjatan menunjukkan peningkatan kecepatan dan keselamatan bagi pengguna.

Kesimpulan, alat bantu panjat pohon kelapa yang dirancang dengan pendekatan antropometri ini memenuhi berbagai aspek penting dari segi hukum, sosial, teknis, dan teknologi, memberikan solusi yang aman, nyaman, dan efisien bagi para petani kelapa.

Aspek ekonomi teknik dalam studi kelayakan usaha alat bantu panjat pohon kelapa mencakup berbagai faktor penting yang memengaruhi keberhasilan dan keberlanjutan bisnis. Pertama-tama, dilakukan analisis biaya dan manfaat untuk menentukan apakah investasi dalam pengembangan dan produksi alat bantu panjat pohon kelapa dapat memberikan pengembalian yang memadai. Kemudian dilakukan perhitungan estimasi pendapatan dari penjualan alat bantu meliputi proyeksi penjualan

berdasarkan permintaan pasar, penetapan harga yang kompetitif namun menguntungkan, dan strategi pemasaran yang efektif untuk mencapai target penjualan.

Ekonomi teknik melibatkan evaluasi dari aspek ekonomi yang sistematis guna memberikan solusi terhadap permasalahan teknik yang dihadapi. Ekonomi teknik sangat dibutuhkan oleh para insinyur dalam melakukan perancangan, analisis, dan sintesis sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam membuat suatu keputusan pada saat mereka mengerjakan proyek-proyek teknik dengan berbagai ukuran. Keputusan-keputusan yang diambil melibatkan elemen fundamental yaitu arus kas uang, waktu, dan suku bunga.

Analisa biaya operasional alat bantu panjat kelapa ini adalah dengan menghitung:

- | | | | |
|------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|
| 1. Harga jual alat (P) | : Rp 445.000 | 6. Bunga modal (i) | : 10 %/tahun |
| 2. Umur ekonomis (N) | : 4 tahun | 7. Jumlah hari kerja | : 300 hari |
| 3. Upah operator/hari | : Rp 60.000/hari | 8. Jam kerja/tahun (X) | : 1.800 jam/tahun |
| 4. Harga akhir (S) : 10% x P | : Rp 44.500 | 9. Jam kerja/hari | : 6 jam |
| 5. Jumlah operator | : 1 orang | 10. Kecepatan pemanjatan | : 0,17 m/detik |

Adapun perhitungan biaya tetap (*fixed cost*) (Rp/jam) dari alat bantu panjat kelapa adalah sebagai berikut.

1. Biaya penyusutan

$$D = \frac{P-S}{N} = \text{Rp. } 100.125 \text{ /Tahun}$$

2. Bunga Modal

$$I = \frac{i(P)(N+1)}{2} = \text{Rp. } 111.250 \text{ /Tahun}$$

3. Total Biaya tetap

$$\begin{aligned} \text{Total biaya tetap} &= \text{biaya penyusutan} + \text{bunga modal} \\ &= \text{Rp } 100.125 + \text{Rp } 111.250 \\ &= \text{Rp } 211.375 \text{ /tahun} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan biaya tidak tetap (variabel cost) (Rp/jam) dari alat bantu panjat kelapa adalah sebagai berikut.

1. Upah Operator

$$\begin{aligned} \text{Upah operator} &= \frac{\text{Upah} \frac{\text{Rp}}{\text{hari}} \times \text{jumlah tenaga kerja}}{\text{jam kerja/hari}} = \text{Rp. } 10.000 \text{ /jam} \\ &= \frac{60.000 \times 1}{6} \end{aligned}$$

2. Biaya Perawatan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perawatan} &= \frac{1,2\% \times (P-S)}{100 \text{ jam}} \\ &= \frac{1,2\% \times (445.000 - 44.500)}{100 \text{ jam}} = \text{Rp } 48 \text{ /jam} \end{aligned}$$

3. Total Biaya Tidak Tetap

$$\begin{aligned} \text{Total biaya tidak tetap} &= \text{biaya operator} + \text{biaya perawatan} \\ &= \text{Rp } 10.000 + \text{Rp } 48 \\ &= \text{Rp } 10.048 \text{ /jam} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan biaya pokok dari alat bantu panjat kelapa adalah sebagai berikut:

$$BP = \frac{\frac{BT}{X} + BTT}{C} = \frac{\frac{211.375}{1800} + 10.048}{612} = \text{Rp } 16,61/\text{meter}$$

Dimana: BT = Biaya Tetap
 BTT = Biaya Tidak Tetap
 X = jam kerja/tahun
 C = kapasitas kerja

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan alat bantu panjat dan sistem panen kelapa berhasil meningkatkan keselamatan petani dengan mengurangi risiko kecelakaan seperti terpeleset atau jatuh. Uji efektivitas menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecepatan pemanjatan dan pemetikan kelapa dibandingkan dengan metode tradisional, mencerminkan efisiensi operasional yang lebih baik. Analisis biaya dan kelayakan usaha menunjukkan bahwa alat bantu ini dapat mencapai titik impas dalam waktu yang relatif singkat, dengan potensi untuk meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang. Harga jual yang kompetitif menjadikan investasi dalam alat bantu panjat kelapa ini sebagai pilihan yang menjanjikan bagi petani. Pengembangan ini memiliki implikasi sosial yang signifikan dengan meningkatkan kesejahteraan dan keamanan kerja petani kelapa. Dengan meminimalkan risiko kecelakaan dan meningkatkan efisiensi, alat bantu panjat ini juga dapat berkontribusi pada keberlanjutan pertanian kelapa.

Menyempurnakan desain alat bantu panjat dan sistem panen kelapa untuk meningkatkan adaptabilitas terhadap berbagai jenis pohon kelapa dan kondisi lingkungan yang berbeda. Mengintegrasikan teknologi sensor atau kontrol yang lebih canggih untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi penggunaan alat. Melanjutkan program pelatihan dan edukasi kepada petani tentang penggunaan yang tepat dan aman dari alat bantu ini. Mengintensifkan kampanye sosialisasi untuk memperluas pemahaman dan penerimaan masyarakat terhadap manfaat alat bantu panjat kelapa ini. Mendorong kolaborasi dengan lembaga penelitian, pemerintah, dan sektor swasta untuk pengembangan lebih lanjut dan penyebaran teknologi ini secara luas. Menggali potensi untuk mengadopsi teknologi serupa dalam sektor pertanian lainnya guna meningkatkan produktivitas dan keamanan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, O. A., Adekunle, A. A., Salami, A. O., & Abimbola, J. A. (2020). Design and Construction of a Coconut Climbing Device. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 22(1), 247-253.
- Andriyanto, D., & Martomo, M. (2019). Analisis Kelayakan Usaha Pemanenan Kelapa dengan Metode Investasi Tiruan. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 16(2), 112-120.
- Baruah, D., & Saha, P. (2020). Occupational Health and Safety Risk Assessment for Coconut Climbing. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 26(1), 23-34.
- Gadge, A. G., Ingole, S. D., & Bagde, U. S. (2019). Design and Development of Coconut Tree Climber. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(3), 1447-1451.
- Husni, M., & Nurhakim, A. (2018). Perancangan Alat Bantu Panjat Kelapa Berbasis Teknologi Informasi di Lahan Pertanian Kelapa Tropis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(1), 23-30.
- Kannan, P. M., & Senthilkumar, K. (2018). Economic Analysis of Coconut Climbing Devices: A Case Study. *Agricultural Economics Research Review*, 31(1), 95-100.
- Krushnaraj, S., Venkatesh, H. S., & Krishna, S. N. (2018). Design and Development of Coconut Climbing and Harvesting Machine. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119(15), 335-341.
- Kurniawan, A., & Hartini, S. (2020). Studi Pengembangan Alat Bantu Panjat Kelapa dengan Pendekatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). *Jurnal Teknik Industri*, 21(1), 45-52.

- Kusnandar, A., & Sutiarso, E. (2017). Perancangan Alat Bantu Panjat Kelapa Berbasis K3. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 75-82.
- Indrayani, Y., & Mahardika, I. (2018). Pengembangan Alat Bantu Panjat dan Pemetik Kelapa Berbasis Antropometri untuk Petani di Daerah Pantai Selatan Jawa. *Jurnal Agromet*, 32(1), 12-18.
- Nath, A., Kumar, R., & Sarma, K. K. (2017). Development of a Prototype Coconut Climbing Device: An Ergonomic Approach. *Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology*, 4(2), 53-60.
- Natarajan, K., & Arulmozhiyal, R. (2020). An Ergonomic Design of Coconut Climbing and Harvesting Device. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 9(1), 3167-3171.
- Padmini, P., & Veeramanikandan, G. (2018). Design and Development of Coconut Climbing and Harvesting Device with Safety Features. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.18), 174-179.
- Rai, R., & Kumar, P. (2019). A Review on Coconut Climbing Devices. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 10(4), 422-428.
- Sukesi, K., & Mulyana, A. (2019). Pemanen Buah Kelapa Serbaguna: Desain, Uji, dan Perbaikan. Bogor: IPB Press.
- Pratama, A., & Widodo, I. (2019). Analisis Ekonomi Usaha Pemanen Buah Kelapa Berbasis K3 di Desa Pesisir Jawa Tengah. *Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 14(2), 89-98.
- Sumarni, E., & Suryani, N. (2017). Penggunaan Alat Bantu Panjat Pohon Kelapa pada Petani di Kabupaten Demak. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 21(3), 198-204.
- Tarwotjo, T. (2018). Teknologi Panen Kelapa. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Thiruppathi, K., & Manickam, K. (2019). Performance Analysis of Coconut Climbing Device. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 2456-2460.