



Perancangan Alternatif Alat Panen Buah Kelapa Muda Anti Pecah dan Tanpa Panjat

Alternative Design for a Young Coconut Harvesting Tool That Avoids Cracking and Eliminates the Need for Climbing

Muhammad Daffa' Faiz Amsari¹, Gilang Ramdani¹, Muhammad Wildan Bagir Hakim¹, Ahmad Yusuf Ridho¹, Hadyan Faruqi Hermawan¹, Agus Sutejo^{1*}

¹ Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian

*Corresponding Author: Agussu@apps.ipb.ac.id

Abstract. *The risk of fatigue and accidents is prone to occur in the process of harvesting coconuts by climbing due to the height of coconut trees. Coconuts that fall directly without any fishing gear or bedding will immediately collide with the ground, potentially causing damage in the form of bruises and ruptures to the decline in the quality of young coconuts. The purpose of this activity is to design and test anti-shattering and non-climbing young coconut harvesting equipment based on telescopic sticks and portable trolley systems. Telescopic sticks are used as a system to adjust the height of telescopic sticks to the height of coconut trees equipped with elbow clamps, telescopic sticks, and electric saws. Electric saws are used as a tool to cut young coconut bunches using a 1CH remote wireless relay switch. Portable trolley is used as a reservoir and impact absorber for falling young coconuts that can be adjusted in height. This tool is designed to transport more than 100 kg of young coconuts or the equivalent of 10-15 bunches of young coconuts. In addition, this tool is also used to facilitate mobilization to the Results Collection Point (TPH). The test results show that this tool performs well with a working capacity of 810 kg/h, 2.7 times greater than the manual capacity with low work risk. In connection with that, it was found that the basic cost of this tool was Rp103,589/ton while conventionally it was Rp276,473/ton.*

Keywords: *No Climbing, Portable Trolley, Shatterproof, Telescopic Sticks, Young Coconut.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar di dunia dan merupakan sumber ekspor yang cukup besar (FAO, 2022). Sebagai negara yang beriklim tropis, Indonesia merupakan habitat yang sangat cocok bagi pertumbuhan kelapa termasuk kelapa muda. Menurut Prasetyo dan Rahayu (2021), kelapa muda merupakan buah tropis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian mencatat bahwa produksi kelapa muda di Indonesia tahun 2020 mencapai 2,8 juta ton per tahunnya. Pohon kelapa memiliki batang yang tinggi, rata-rata tinggi pohon kelapa yang tersebar di perkebunan atau perusahaan yaitu sekitar 8-15 meter bergantung pada jenis atau varietas kelapa itu sendiri. Buah kelapa muda merupakan salah satu jenis buah kelapa yang sering dimanfaatkan masyarakat. Bagian daging buah dan air kelapa muda biasanya langsung dikonsumsi tanpa melalui pengolahan. Oleh karena itu, kualitas buah kelapa muda sangat diperhatikan ketika proses panen agar tidak terjadi kerusakan atau memar (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018).

Risiko kecelakaan kerja rentan terjadi dalam proses pemanenan kelapa dengan cara memanjat akibat tingginya pohon kelapa. Menurut Pradhana dan Trivana (2017), terdapat 100 orang pemanjat pohon kelapa di Kabupaten Banyumas mengalami kecelakaan kerja (terjatuh) per tahunnya. Menurut Nirawan *et al.* (2018) disaat pekerja akan mengumpulkan buah kelapa, beban angkat yang dilakukan oleh pekerja melebihi beban angkat saat memindahkan buah kelapa di dalam ambung ke Tempat Pengumpulan Hasil (TPH). Buah kelapa yang ada di dalam ambung berat rata-ratanya 40 kg, sedangkan beban angkat laki-laki dewasa maksimal adalah 18 kg. Kerugian lain adalah buah kelapa yang terjatuh secara langsung dari pohon yang tinggi akan langsung bertumbukan dengan tanah sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan berupa memar dan pecah.

Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah alat untuk memanen buah kelapa dari pohon yang tinggi sekaligus dapat memindahkan hasil panen tanpa harus mengangkat buah kelapa menggunakan ambung dengan beban yang berat. Proses pemanenan buah kelapa yang dilakukan saat ini adalah dengan cara dipanjat, menggunakan galah yang terikat pisau/arit dan menggunakan kera/beruk (*Macacus nemestrinus*), akan tetapi proses tersebut terdapat permasalahan terkait kurang efisiennya alat dari segi waktu dan biaya. Selain itu, proses panen yang masih kurang praktis. Sering kali para petani kelapa mengalami rasa sakit dan kelelahan akibat beratnya alat maupun buah kelapa itu sendiri. *Cocospic (Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley)* hadir sebagai solusi karya inovatif alat pemanen kelapa buah kelapa khususnya buah kelapa muda dengan metode tanpa panjat dan anti pecah yang dilengkapi dengan alat untuk menangkap, memindah, dan mengangkut buah kelapa dengan waktu efektif dan biaya yang lebih efisien dengan proses yang lebih mudah.

2. Metode Penelitian

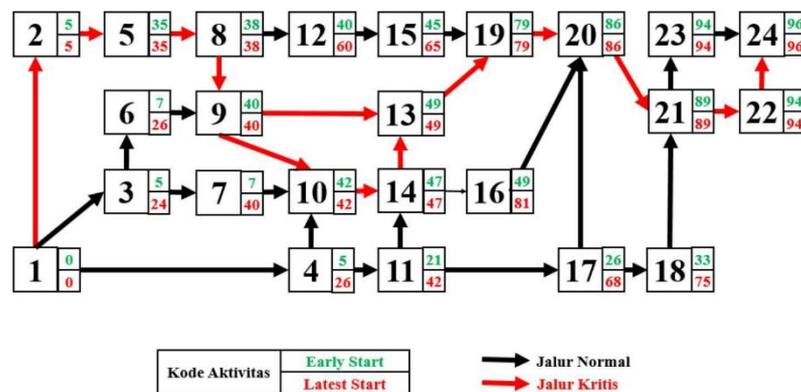
Kegiatan dimulai pada bulan Juni 2023 hingga November 2023. Kegiatan perancangan, pembuatan dan uji fungsional dilakukan di Lab. Metanium, Lab. Lapangan Siswadhi Soepardjo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Uji kinerja lapangan dilakukan di perkebunan kelapa Cibodas milik Perkebunan Riset Nusantara Indonesia. Seluruh kegiatan dilakukan dengan memperhatikan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dan protokol kesehatan.

Bahan-bahan konstruksi untuk *telescopic sticks* terdiri dari aluminium CHS (*Circular Hollow Sections*), klem teleskopik, klem siku, mesin pemotong berupa gergaji elektrik, *switch wireless*, baterai *rechargeable*, mata gergaji. Bahan-bahan komponen besar *portable trolley* adalah CHS (*Circular Hollow Sections*), *wiremesh*, as roda, lembaran spon karet, tali karet, karung goni, roda gerobak, roda *pneumatic*, klem teleskopik, plat strip, dan cat besi. Bahan komponen kecil

yang digunakan pada *telescopic sticks* dan *portable trolley* yaitu *bearing*, ring, baut, mur, *switch*, per roda dan elektroda. Pembuatan prototipe menggunakan peralatan perbengkelan lengkap sesuai kebutuhan. Perangkat lunak yang digunakan adalah SolidWorks, POM-QM, Angulus, Microsoft Office dan Google Workspace. Bahan pengujian adalah tandan buah kelapa yang diperoleh dari Perkebunan Kelapa Cibodas Bogor milik PT Riset Nusantara Indonesia. Alat ukur pengujian yang digunakan adalah meteran, kamera, dan *stopwatch*.

2.1 Tahapan Kegiatan

Tahapan kegiatan meliputi identifikasi masalah dan studi pustaka, survei pengembangan konsep desain, analisis perancangan, pembuatan gambar teknik, produksi, dan pengujian alat sebelum dipasarkan. Tahapan kegiatan dilakukan dengan pendekatan *Critical Path Method* (CPM) dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Tahapan kegiatan dengan pendekatan CPM

Tabel 1. Daftar aktivitas tahapan kegiatan dengan CPM

Kode	Single Time Estimate (hari)	Aktivitas Kegiatan	ES	LS	Slack
1	5	Perumusan masalah dan studi pustaka	0	0	0
2	30	Perancangan dan desain produk Cocospic	5	5	0
3	2	Konsultasi teknisi bengkel dan dosen pendamping	5	24	19
4	16	Pencairan dana	5	26	21
5	3	Finite Element Analysis (FEA)	35	35	0
6	14	Survei lokasi pengadaan barang	7	26	19
7	2	Perizinan fasilitas perbengkelan	7	40	33
8	2	Pembuatan gambar teknik	38	38	0
9	2	Pembuatan <i>Bill of Material</i> (BOM)	40	40	0
10	5	Pengadaan alat dan bahan	42	42	0
11	5	Pengadaan peralatan K3	21	42	21
12	5	Perancangan dan desain <i>telescopic sticks</i>	40	60	20

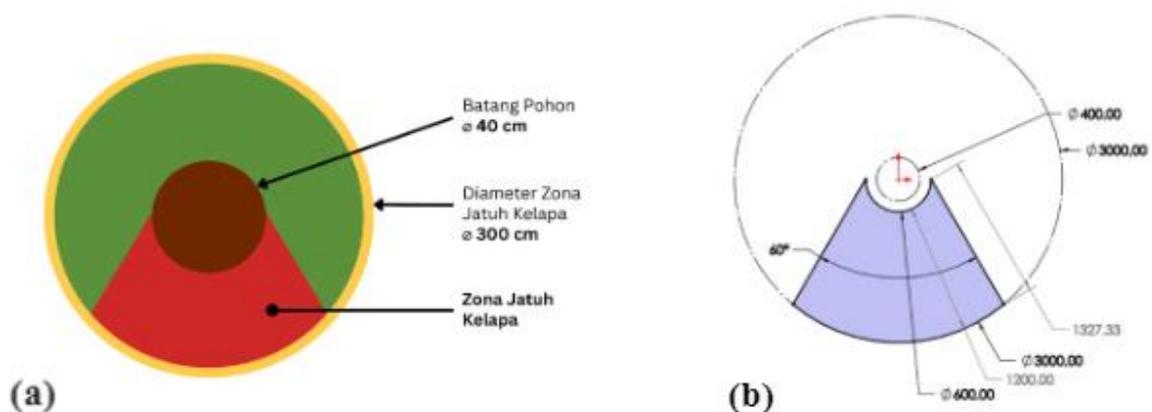
Kode	Single Time Estimate (hari)	Aktifitas Kegiatan	ES	LS	Slack
13	30	Proses produksi dan manufaktur <i>telescopic sticks</i>	49	49	0
14	2	Proses <i>finishing telescopic sticks</i>	47	47	0
15	14	Proses produksi dan manufaktur <i>portable trolley</i>	45	65	20
16	5	Proses <i>finishing portable trolley</i>	49	81	32
17	7	Proses <i>finishing</i> alat Cocospic keseluruhan	26	68	42
18	14	Pengurusan Perizinan Lapangan Uji	33	75	42
19	7	Proses persiapan uji fungsional dan uji lapang	79	79	0
20	3	Uji fungsional Cocospic	86	86	0
21	5	Uji lapang produk Cocospic	89	89	0
22	2	Analisis REBA	94	94	0
23	2	Analisis ekonomi teknik	94	94	0
24	3	Pembuatan laporan produk	96	96	0

2.2 Target Teknis Perancangan

Alat ini dirancang menggunakan prinsip *telescopic sticks* dan *portable trolley* yang dapat disesuaikan panjangnya dengan tinggi pohon kelapa. Ketinggian *telescopic sticks* maksimal adalah 10 m. Sistem *telescopic sticks* dirancang dengan menggunakan prinsip teleskopik yang menggunakan klem teleskopik dan klem siku. *Portable trolley* dirancang dengan tinggi maksimal 2 m yang dilengkapi penampung yang dibuat khusus dengan kelengkungan peredam sebesar 50° sebagai mekanisme peredam benturan buah kelapa. *Portable trolley* juga dirancang untuk memudahkan mobilisasi dari perkebunan menuju Tempat Pengumpulan Hasil (TPH).

2.3 Luasan Platform Penangkap Kelapa

Posisi titik jatuh kelapa dengan frekuensi terbanyak mengacu pada Hermawan *et al.* (2013), yaitu pada zona dengan radius 150 cm atau diameter zona 300 cm dari pusat batang pohon.



Gambar 2. (a) Ilustrasi zona jatuh kelapa saat proses pemanenan (tampak atas), (b) Rancangan struktural luas platform penangkap kelapa (tampak atas)

2.4 Pemilihan Material Rangka

CHS besi ukuran 36,12 mm digunakan sebagai rangka utama pada *portable trolley* dan CHS aluminium ukuran 28,50 mm, 33,58 mm, 36,12 mm digunakan sebagai struktur utama pada *adjustable telescopic stick* yang berfungsi untuk menerima dan menahan gaya yang relatif besar pada sistem. As roda digunakan sebagai pijakan roda *portable trolley* untuk menciptakan gaya putar pada roda sehingga menghasilkan gaya dorong yang ringan. Plat strip dan siku ukuran 40 x 40 x 3,8 mm dipilih dan dikombinasikan sebagai lantai dari *portable trolley* karena dapat menahan lebih kuat buah kelapa muda yang tertampung di dalam *portable trolley*. Sementara *wiremesh* ukuran 50 x 50 x 10 mm dipilih sebagai rangka penyeimbang sekaligus batas dinding dari *portable trolley* yang berguna untuk menampung buah kelapa muda agar tidak keluar dari *portable trolley*. Tali karet, karung goni, dan lembaran karet dipilih sebagai peredam dari tumbukan besar yang dihasilkan dari jatuhnya buah kelapa muda. Properti material baja pada perancangan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Dimensi profil bukan lingkaran

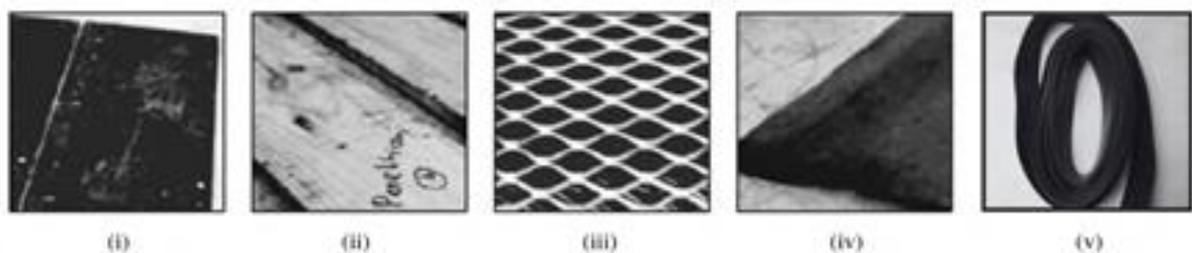
Jenis	Dimensi (mm)		
	h	B	t
Siku	40	40	3,8
Plat Strip	(tidak menentu)		10
Wiremesh	50 x 50		10

Tabel 3. Dimensi profil lingkaran

Jenis	Dimensi (mm)	
	Diameter Dalam	t
CHS	36,12	2
	33,58	2
	28,50	2
As	19 ($\frac{3}{4}$ inch)	-

2.5 Pemilihan Bahan Penangkap dan Peredam Jatuhnya Kelapa

Bahan yang digunakan untuk landasan penangkap buah berdasarkan Hermwan et al. (2013) antara lain adalah plat baja, papan kayu, plat baja expanded, dan lapisan karet. Adapun alternatif bahan berupa tali karet karna impact buah kelapa yang relative kecil.



Gambar 3. Lima jenis bahan landasan penangkap buah: i) plat baja, ii) papan kayu, iii) plat baja *expanded*, iv) lembaran karet, v) tali karet

Tabel 4. Perbandingan relative menggunakan metode *Pairwise Comparison*

Persyaratan	Wt	Plat Baja	Papan Kayu	Plat Baja Expanded	Karet	Tali Karet
Ringan	5	-	+	-	+	+
Dapat dirangkai dengan mudah	15	+	+	+	-	-
Tidak mengurangi kualitas buah	25	-	-	-	+	+
Properti mekanik untuk pembebanan yang tinggi	15	+	-	+	-	+
Harga terjangkau	20	-	+	-	+	+
Mudah diperoleh di pasaran	20	-	+	-	-	+
Total +		2	4	2	3	5
Total -		4	2	4	3	1
Total keseluruhan		-2	2	-2	0	4
Total dengan pembobot (wt)		-40	20	-40	0	70

Berdasarkan hasil perbandingan relatif menggunakan metode *Pairwise Comparison*, maka bahan yang akan digunakan sebagai landasan penangkap buah kelapa adalah tali karet yang dianyam. Selain itu, akan ada tambahan karung goni sebagai landasan tambahan jatuhnya kelapa agar kelapa tidak memantul dan benturan dapat lebih diredam.

2.6 Analisis Impact

Rata-rata berat kelapa muda pada umur panen berkisar 1,5 – 2,5 kg (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018). Rata-rata jumlah buah per tandan adalah 7 buah (Matana *et al.*, 2019). Asumsi berat maksimal kelapa adalah 2,5 kg, maka didapatkan rata-rata berat satu tandan kelapa sebesar:

$$m = 2,5 \text{ kg} \times 7 = 17,5 \text{ kg} \tag{1}$$

Tinggi rata-rata pohon kelapa muda di industri berkisar 8 –15 m. Asumsi tinggi maksimal pohon kelapa adalah 15 m, dengan tinggi penampung 2 m, maka didapatkan tinggi jatuhnya kelapa sebesar:

$$h = 15 \text{ m} - 2 \text{ m} = 13 \text{ m} \tag{2}$$

Dari nilai besaran yang diketahui, dengan menggunakan persamaan gerak jatuh bebas dapat dicari kecepatan akhir satu tandan kelapa pada saat jatuh ke permukaan sebesar:

$$h = 15 \text{ m} = 13 \text{ m} \tag{3}$$

Dari nilai besaran yang diketahui, dengan menggunakan persamaan gerak jatuh bebas dapat dicari kecepatan akhir satu tandan kelapa pada saat jatuh ke permukaan sebesar:

$$v = 2gh = 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 13 \text{ m} = 25,5 \text{ m/s} \tag{4}$$

Dari persamaan diatas dapat dicari momentum satu tandan kelapa jatuh sebesar:

$$p = m \times v = 17,5 \text{ kg} \times 25,5 \text{ m/s} = 446,25 \text{ kg m/s} = 446,25 \text{ N} \tag{5}$$

Maka direncanakan jaring penangkap dengan ketentuan mampu menahan gaya lebih atau sama dengan N.279, 49. Konversi satuan gaya ke massa:

$$A \frac{279,49 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 28,49 \text{ kg} \tag{6}$$

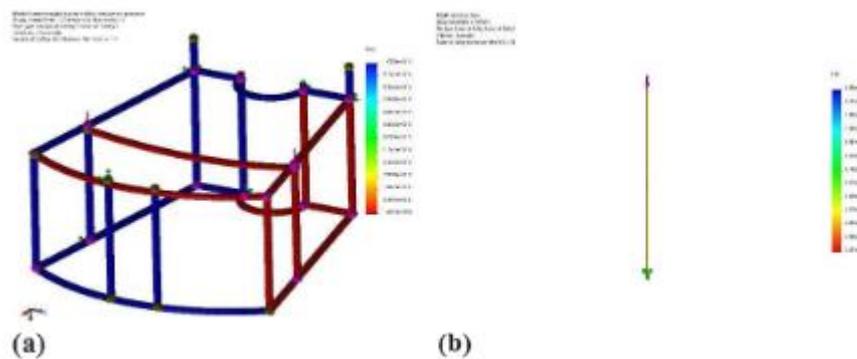
Berdasarkan spesifikasi yang umum di pasaran didapatkan pilihan tali karet:

1. 4 mm (beban max 120 kg)
2. 6 mm (beban max 200 kg)

3. 8 mm (beban max 300 kg)

2.7 Analisis Elemen Hingga

Hasil perhitungan kekuatan bahan, model rangka dari telescopic sticks dan portable trolley dianalisis menggunakan aplikasi SolidWorks Simulation. Terdapat dua bagian utama pada alat portable trolley yaitu rangka utama dan rangka peredam. Keduanya dilakukan simulasi pengujian beban. Berdasarkan pengujian pada rangka utama dapat diketahui bahwa ketika diberikan pembebanan seberat 350 kg, rangka mampu bertahan dengan nilai minimum 8 safety factor sebesar 1,7. Umumnya dikatakan aman ketika minimum safety factor diatas 1,5 (Vidosic, 1957). Disamping itu, Terdapat 2 jenis sambungan pada alat Telescopic Sticks yaitu klem teleskopik dan klem siku. Berdasarkan hasil simulasi pembebanan pada kedua komponen tersebut dapat diketahui bahwa pipa alumunium yang digunakan dapat menahan beban dari arah vertikal hingga sebesar 300 N atau 30 kg dengan nilai minimum safety factor-nya sebesar 3,6 yang tergolong aman karena masih jauh di atas 1,5. Hasil analisis FEA dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil FEA pada kerangka Produk *Cocospic* (a) *Portable Trolley*, (b) *Telescopic Sticks*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rancangan Fungsional dan Struktural

Rancangan fungsional, serta pemilihan bahan strukturnya hasil analisis kekuatan bahan, disajikan pada Tabel 5.

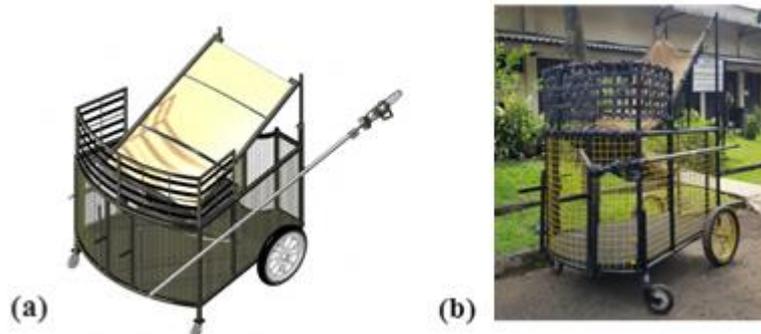
Tabel 5. Rancangan fungsional dan struktural alat

No	Komponen	Rancangan Fungsional	Rancangan Struktural
1	Telescopic Sticks	Sebagai mekanisme utama yang membentuk telescopic sticks secara adjustable untuk menyesuaikan ketinggian telescopic sticks dengan pohon kelapa muda.	Memiliki panjang awal 2,5 m dan panjang akhir 10 m. telescopic sticks menggunakan CHS (<i>Circular Hollow Sections</i>) aluminium alloy 1,5, 1,4, dan 1,2 inch.
2	Gergaji Elektrik	Sebagai mekanisme untuk memotong tandan kelapa muda	Memiliki panjang 60 cm serta daya 450 watt dengan kecepatan putar 4000 rpm. Rantai gergaji memiliki ukuran 6 inch. Gergaji diintegrasikan menggunakan remote wireless relay switch 12V

No	Komponen	Rancangan Fungsional	Rancangan Struktural
			1CH dengan frekuensi 433 MHz.
3	Portable Trolley	Sebagai mekanisme penangkap dan peredam energi kelapa muda yang jatuh dan mobilisasi pemindahan buah kelapa muda	Memiliki panjang 1,5 m serta tinggi awal 1 m dan tinggi akhir 2,1 m. Bagian rangka depan memiliki lebar 1 m dan rangka belakang 1,5 m. Diameter profil setengah lingkaran 0,4 m sesuai diameter pohon kelapa. Peredam memiliki derajat kelengkungan sebesar 50°. Rangka utama dan peredam portable trolley menggunakan pipa besi CHS 1,4 inch dan dinding portable trolley menggunakan wiremesh 50 x 50 mm. Peredam menggunakan tali karet 150 x 50 mm. Roda portable trolley bagian depan menggunakan roda jari-jari besi 17 inch dan roda belakang menggunakan roda pneumatic 7 inch.
4	Klem Teleskopik dan Klem Siku	Sebagai mekanisme untuk mengunci perubahan panjang yang dilakukan dan menahan terjadinya momen bending.	Klem teleskopik berbahan plastik dan memiliki ukuran diameter 40,5 - 37 mm, 37 - 33,5 mm, dan 33,5 - 30 mm. Klem siku memiliki panjang 15 cm dan memiliki diameter 1,6 inch.

3.2 Gambaran Teknis dan Deskripsi Alat

Gambaran desain teknologi karya inovatif dibuat menggunakan aplikasi CAD (*Computer Aided Design*), yaitu SolidWorks. Gambar CAD dan gambar aktual produk Cocospic dibagi menjadi tiga yaitu *telescopic sticks*, gergaji elektrik dengan sistem *wireless* menggunakan switch dan portable trolley. Gambar model dan foto produk *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* (a) model, (b) aktual

Telescopic sticks digunakan sebagai sistem untuk menyesuaikan ketinggian telescopic sticks dengan pohon kelapa yang dilengkapi dengan klem siku, klem teleskopik, dan gergaji elektrik. Gergaji elektrik digunakan sebagai alat untuk memotong tandan buah kelapa muda menggunakan remote wireless relay switch 1CH. Portable trolley digunakan sebagai alat untuk menampung buah kelapa muda yang jatuh yang dirancang dapat disesuaikan ketinggiannya. Portable trolley digunakan sebagai penampung dan peredam buah kelapa muda yang jatuh. Alat ini dirancang dapat mengangkat lebih dari 100 kg buah kelapa muda atau setara dengan 10 tandan buah kelapa. Selain itu, alat ini juga digunakan untuk memudahkan mobilisasi ke Tempat Pengumpulan Hasil

3.3 Spesifikasi Komponen Telescopic Sticks

Gambaran desain teknologi karya inovatif dibuat menggunakan aplikasi CAD (*Computer Aided Design*), yaitu SolidWorks. Gambar CAD dan gambar aktual produk Cocospic dibagi menjadi tiga yaitu *telescopic sticks*, gergaji elektrik dengan sistem *wireless* menggunakan *switch*, dan *portable trolley*. Gambar model dan foto produk *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Komponen bagian *Telescopic Sticks* (a) *Telescopic Sticks*, (b) Klem teleskopik dan klem siku

3.4 Spesifikasi Komponen Portable Trolley

Portable trolley memiliki ketinggian maksimal 2 meter dan lebar maksimum 1,4 meter (Gambar 7). Diameter profil setengah lingkaran dan ketinggian troli berhasil menyesuaikan dengan diameter dan tinggi pohon kelapa. Kemiringan peredam sebesar 50° serta ketinggian peredam yang disesuaikan dengan tinggi pohon kelapa mampu meredam tumbukan jatuh buah kelapa dan tidak membuat kelapa terlempar keluar. Berat total komponen pada *portable trolley* dalam keadaan kosong sebesar 50 kg dan *portable trolley* juga memiliki kapasitas angkut 100 kg namun *portable trolley* tidak menghasilkan berat yang serupa saat proses mobilisasi karena dilengkapi

oleh dua gabungan roda yang dapat memudahkan kegiatan mobilisasi. Selain itu, dirancang kaki pijakan pada bagian belakang *portable trolley* yang dapat berfungsi untuk menghadapi kontur tanah yang tidak rata pada proses pemanenan.



Gambar 7. Komponen bagian Portable Trolley: (a) peredam, (b) penampung, (c) roda Pneumatik, (d) kaki pijakan

3.5 Spesifikasi Komponen Gergaji Elektrik

Gergaji elektrik dengan daya 450 watt mampu menghasilkan putaran chainsaw sebesar 4000 rpm dengan panjang rantai gergaji 18 cm sehingga mampu menghasilkan kecepatan pemotongan rata-rata sebesar 4 detik. Ukuran dan berat yang dimiliki gergaji sebesar 6 inch dan 1 kg serta dapat bergerak secara vertical dengan penyesuaian sudut hingga 60°. Pada gergaji elektrik terdapat juga switch yang merupakan komponen untuk menyalakan sumber daya sebelum dinyalakan menggunakan remote kendali. Gergaji juga diintegrasikan dengan menggunakan *wireless relay switch* 1 CH 12V dan module remote untuk memudahkan penggunaan tanpa terbatas oleh panjangnya *telescopic sticks* dan penggunaan sumber daya listrik yang lebih fleksibel dan praktis dalam penggunaannya. *Wireless relay* menggunakan frekuensi 433 MHz dengan kemampuan mengirim dan menerima data dengan cukup kuat.



Gambar 8. Komponen bagian gergaji elektrik: (a) mata gergaji, (b) Switch, (c) remote control

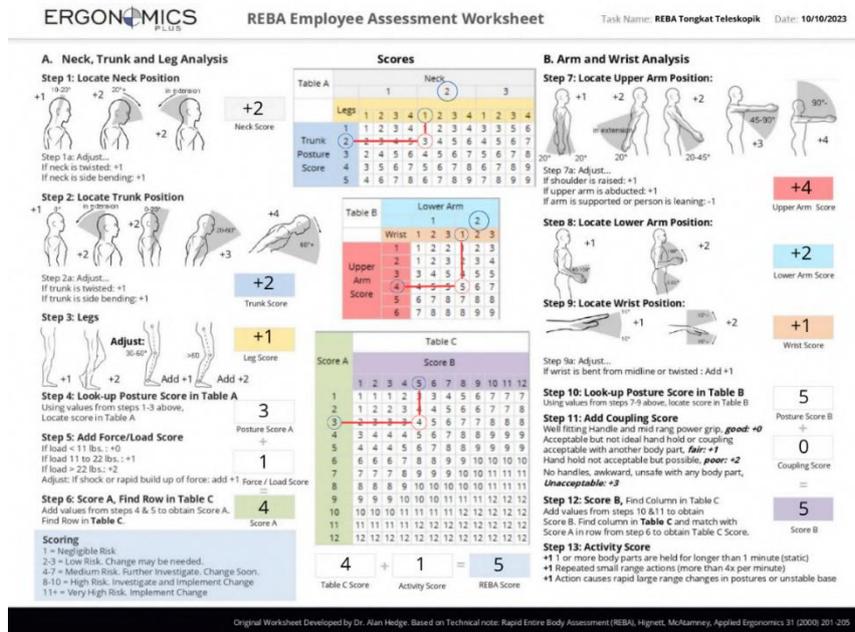
3.6 Prinsip Kerja Alat

Portable trolley akan diposisikan tepat dibawah buah kelapa yang akan dipanen dengan profil setengah lingkaran yang berada tepat di antara batang pohon kelapa, hal tersebut ditujukan untuk mempermudah operator dalam menyesuaikan jarak terjauh jatuhnya kelapa serta bergerak dengan tepat secara radial dalam melakukan proses pemanenan pada satu pohon namun kelapa yang akan dipotong berada pada posisi yang berbeda. Kemudian, atur ketinggian dan sudut peredam pada *portable trolley* dengan membuka pengunci dan memanjangkan sistem teleskopik. Kontur tanah yang bergelombang dekat dengan *portable trolley* dapat dihindari dengan memasang kaki pijakan. Selanjutnya, ambil *telescopic sticks* kemudian nyalakan *switch* pada bagian gergaji elektrik, buka pengunci teleskopik dan panjangkan *telescopic sticks* kemudian sesuaikan dengan

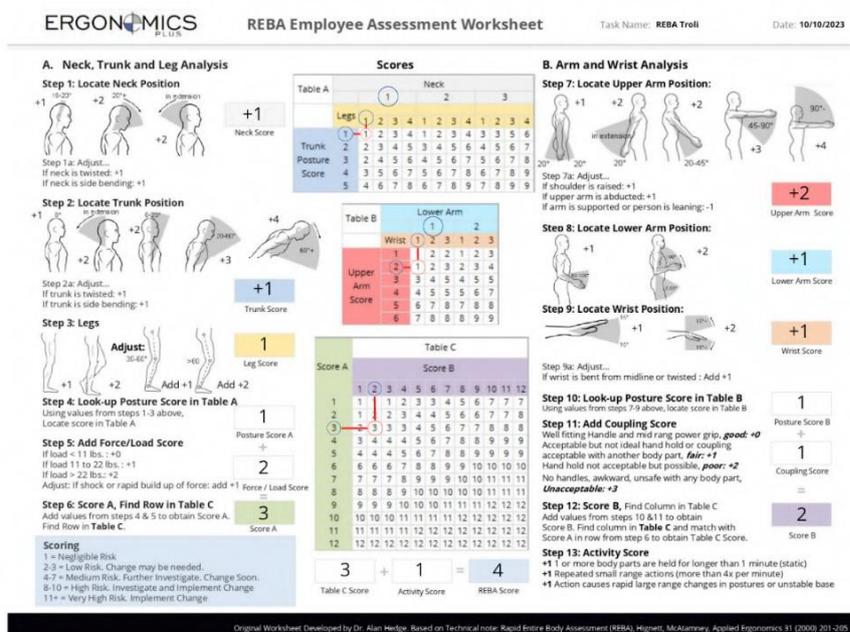
ketinggian batang pohon kelapa. Arahkan *telescopic sticks* lalu nyalakan *remote* dengan menekan tombol ON sehingga gergaji elektrik dapat menyala dan siap untuk melakukan proses pemanenan.

3.7 Hasil Analisis Postur Kerja

Analisis ergonomika dilakukan menggunakan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) yang diciptakan oleh Hignett dan McAtamney (2000). ROM (*Range of Motion*) diukur menggunakan aplikasi Angulus. Hasil analisis REBA dari *telescopic sticks* menghasilkan nilai 5 dan untuk *portable trolley* menghasilkan nilai 4, yang menunjukkan bahwa nilai REBA masih dalam kategori menengah dan aman untuk dilakukan pengoperasian.



Gambar 9. Analisis REBA *telescopic sticks*



Gambar 10. Analisis REBA *portable trolley*

3.8 Kapasitas Kerja

Pengujian kapasitas kerja aktual dari alat Cocospic menggunakan rata-rata massa 10 tandan kelapa muda seberat 175,5 kg. Berat kelapa muda dihitung dengan mengukur massa buah kelapa. Rata – rata berat 1 buah kelapa muda pada umur panen berkisar 1,5-2,5 kg (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018). Rata – rata jumlah buah per tandan adalah 7 buah (Matana et al., 2019). Berdasarkan hasil pengujian alat panen buah kelapa muda anti pecah dan tanpa panjat dengan metode konvensional (memanjat dan egrek konvensional) untuk memanen total 10 tandan buah kelapa seberat 175,5 kg membutuhkan waktu total panen rata-rata 13 menit dengan nilai kapasitas rata-rata sebesar 810 kg/jam. Hal ini lebih baik jika dibandingkan kapasitas kerja secara konvensional, yaitu sebesar 292 kg/jam untuk metode memanjat dan 390 kg/jam untuk metode egrek konvensional.

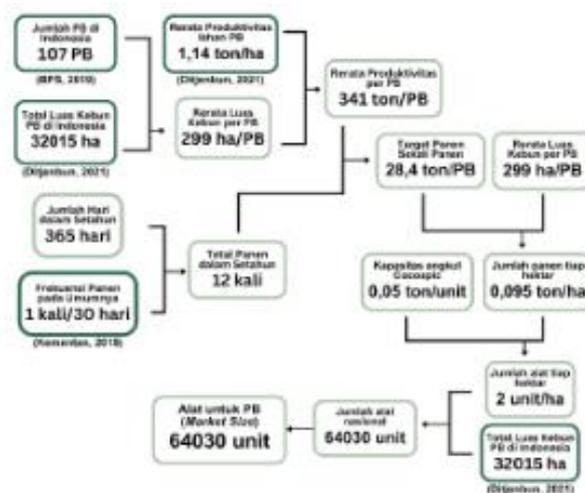
3.9 Biaya Pokok

Biaya pokok merupakan biaya yang diperlukan untuk memanen 1 ton buah kelapa muda. Biaya pokok ditentukan berdasarkan biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah pengeluaran yang tidak terjadi setiap harinya dan bersifat statis atau tidak berubah ubah, sedangkan biaya variabel adalah pengeluaran yang bisa terjadi setiap harinya dan bersifat dinamis atau berubah ubah. Biaya tetap dihitung dari depresiasi nilai dua bagian utama alat, yaitu bagian *telescopic sticks* dan bagian *portable trolley* yang masing-masing umur pakainya adalah 8 tahun. Biaya variabel berupa biaya petani operator pemanenan.

Dari hasil perhitungan didapatkan biaya pokok untuk alat *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* sebesar Rp103.589/ton. Hasil tersebut lebih murah dari biaya secara konvensional sebesar Rp276.473/ton untuk metode memanjat dan Rp205.929/ton untuk metode egrek konvensional. Hal ini memiliki potensi penghematan biaya panen buah kelapa yang cukup signifikan.

3.10 Potensi Pasar dan Prediksi Harga

Prediksi harga komersial dari alat Cocospic berdasarkan perhitungan HPP dan keuntungan 10% adalah sebesar Rp7.631.250. Potensi pasar alat ini dapat terjual sebanyak 64.030 unit (*market sizing*). Analisis *market sizing* mengacu pada BPS (2019), Ditjenbun (2021) dan Kementan (2019). Hasil *market sizing* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram perhitungan *Market sizing* produk Cocospic

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan dan pengujian *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* telah selesai dilakukan. Kapasitas angkut lebih dari 100 kg dengankapasitas kerja yang dihasilkan sebesar 810 kg/jam, 2,7 kali lipat dibandingkan dengan manual, dan dengan biaya yang lebih murah. Skor REBA yang lebih optimal dibanding metode konvensional, yaitu sebesar 4 untuk *portable trolley* dan 5 untuk *telescopic sticks*.
2. Tingkat kesiapterapan teknologi *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* berada pada level 8, artinya *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* siap diterapkan pada lingkungan sebenarnya.
3. Potensi pasar (*market sizing*) *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* dapat terjual sebanyak 64.030 unit dan telah terdaftar paten sederhana.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi pada pembuatan alat *Adjustable Telescopic Sticks and Portable Trolley* ini terutama kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan membiayai kegiatan ini. Terima kasih juga kepada Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan arahan dan penyelesaian selama kegiatan ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2019. *Jumlah perusahaan perkebunan besar menurut jenis tanaman(unit)*. URL:<https://www.bps.go.id/indicator/54/1848/1/jumlah-perusahaan-perkebunan-besar-menurut-jenis-tanaman.html>. Diakses tanggal 23 September 2023.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Statistik perkebunan unggulan nasional 2019-2021*. URL:<https://ditjenbun.pertanian.go.id/?publikasi=buku-statistik-perkebunan-2019-2021>. Diakses tanggal 28 September 2023.
- Food Agricultural Organization (FAO). 2023. *Crops and livestock products*. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Diakses tanggal 13 November 2023.
- Hermawan, W., Desrial, Nazamuddin, M.I. dan Rusnadi. 2013. Desain konseptual penangkap tandan buah sawit dan pemanfaatan energi potensialnya. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 1 (1):123-130.
- Hignett, S. dan McAtamney, L. 2000. Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*. 31 (2):201-205.
- Kementerian Pertanian. 2019. *Budidaya tanaman kelapa*. URL: <http://www.cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/89840/BUDIDAYA-TANAMAN-KELAPA/>. Diakses tanggal 15 September 2023.
- Mardiatmoko, G. dan Ariyanti, M. 2018. *Produksi Tanaman Kelapa (Cocos nucifera L.)*. BFP-UNPATTI. Ambon.
- Matana, Y., Miftahorrachman, Nur, M. dan Romadhon, M.R. 2019. Stability of fruit and bunch of mapanget tall and Indonesia coconut hybrid with several planting distance using AMMI model and GGE biplot analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 418 (1):1-9.
- Nirawan, D., Surya, R.Z. dan Ihwan, K. 2018. Investigasi musculoskeletal disorders (MSDs) pada aktivitas panen kelapa Desa Simpang Jaya Dusun Benteng Makmur RT 12 RW 04 Kecamatan Batang Tuaka. *JUTI-UNISI (Jurnal Teknik Industri UNISI)*. 2 (1):1-10.
- Pradhana, A.Y. dan Trivana, L. 2017. Panen kelapa yang aman dengan alat panjat dan robot pemanen kelapa: Cocobot. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 23

(2):21-24.

Prasetyo, A., Rahayu, M. 2021. Potensi konsumsi kelapa muda (*Cocos nucifera* L.) pada orang sehat dalam meningkatkan nafsu makan dan berat badan. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 17(1):58-65.

Vidosic, J.P. 1957. *Machine Design Project*. The Ronald Press Company. New York.