

RANCANG BANGUN ALAT BANTU PANJAT POHON KELAPA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PETANI KELAPA

Agri Suwandi¹, Teddy Muhammad Rizki, Febby Yandra²

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta,

Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa, 12640

*Email : agrisuwandi@univpancasila.ac.id

ABSTRAK

Buah kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang sangat berpotensi. Tingginya manfaat serta minat akan buah kelapa menyebabkan meningkatnya permintaan akan buah kelapa. Dengan kondisi yang ada, proses pemetikan buah kelapa membutuhkan waktu serta banyak energi ketika memetik kelapa. Namun dari sisi lain, upah dari pemetik kelapa sangat rendah. Alternatif lain adalah dengan memanfaatkan keterampilan hewan beruk (jenis monyet) untuk memetik kelapa. Saat ini, mempekerjakan beruk sebagai pemanjat sudah mulai ditentang oleh komunitas pecinta hewan dan sudah ada undang-undangnya. Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan rancang bangun alat bantu panjat pohon kelapa dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas petani kelapa. Alat bantu panjat pohon kelapa berfungsi sebagai alat bantu panjat pohon yang menggunakan prinsip angkat dengan memanfaatkan kekuatan tangan dan kaki. Perancangan alat Bantu panjat pohon kelapa menggunakan metode French dan untuk metode manufakturnya menggunakan metode *Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)*. Berdasarkan analisis rancangan, bahwa konsep varian dua menunjukkan hasil penilaian yang paling baik dari tiga varian konsep. Prototipe alat bantu panjat pohon kelapa memiliki dimensi 1100 mm x 350 mm x 300 mm dengan berat total 7 kg. Berdasarkan analisis manufaktur dan biaya, waktu total pembuatan satu set alat bantu panjat adalah ±194 menit dengan perkiraan harga jual satu set produk ± Rp. 621.200,-.

Kata kunci: rancang bangun, alat bantu panjat, pohon kelapa.

ABSTRACT

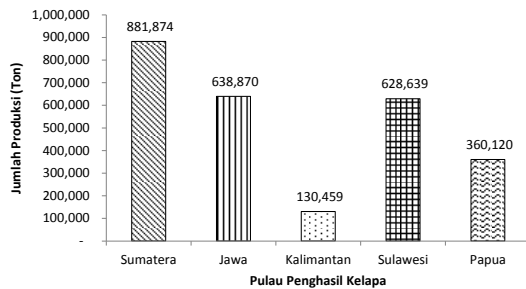
Coconut fruit is one of the most potential plantation commodities. The high benefits and interest in coconut fruit lead to increased demand for coconuts. With the existing conditions, the process of picking coconuts takes time and a lot of energy when picking coconuts. But on the other hand, the wages of coconut pickers are very low. Another option is to employ the skill of beruk (monkey type) to pluck the coconut. Currently, hiring as a climber has begun to be contradicted by the animal lovers' community and at that point is already a law. Based on the problem, the design and manufacturing of coconut tree climbing tool were done to increase the productivity of coconut farmers. The coconut tree climbing tool serves as a tree climbing tool that applies the principle of lift by utilizing the force of hands and feet. The design of coconut climbing tools using French method and for manufacturing method using Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) method. Based on the design and analysis, the concept of the two variants shows the best outcomes of the three variations of the concept. The prototype of a coconut tree climbing tool has dimensions of 1100 mm x 350 mm x 300 mm with a total weight of 7 kg. Based on manufacturing and cost value analysis, producing the total time of a lot of climbing tool is ± 194 minutes with an estimated selling cost of a set of products ± RP. 621.200,-.

Keywords : design and manufacturing, climbing tool, coconut trees.

PENDAHULUAN

Kelapa merupakan komoditi perkebunan yang sangat berpotensi di Indonesia. Pohon kelapa adalah buah yang semua bagian dari akar sampai buahnya dapat dimanfaatkan, sebagai contoh air kelapa dapat langsung di minum dan bisa di manfaatkan sebagai obat, buah kelapa bisa di jadikan bumbu pendukung masakan, batok kelapa bisa di jadikan arang, dan daun kelapa bisa di jadikan anyaman untuk tikar dan lain sebagainya. Berdasarkan data

yang diperoleh dari Kementerian Pertanian dan Perkebunan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017), komoditi kelapa diperoleh dari ke lima pulau di Indonesia (lihat Gambar 1). Sumatera merupakan pulau penghasil kelapa yang paling produktif dengan jumlah total lahan 1.089.573 Ha, Pulau Sumatera dapat menghasilkan produksi buah kelapa sebanyak 881.874 Ton.



Gambar 1. Data produksi buah kelapa (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017)

Cara pemetikan buah kelapa sangat tergantung pada ketinggian pohon letak buah kelapa dan pada umumnya di panjat dengan cara manual yaitu di petik dengan tangan. Pada tahun-tahun pertama, pemetikan buah kelapa biasanya cukup dilakukan dengan menggunakan tangan secara langsung tanpa memanjat pohonnya. Jika sudah tinggi dan sulit dijangkau dengan tangan secara langsung, pemetikan biasanya dilakukan dengan sabit atau arit. Jika sudah lebih tinggi lagi (lebih dari 2 meter di atas permukaan tanah) dan sulit dijangkau dengan tangan maupun sabit, pemetikan harus dilakukan dengan memanjat pohon tersebut, kemudian janjang buah dipotong dengan menggunakan sabit atau arit yang tajam agar buah-buahnya mudah jatuh dan terlepas dari tangkainya (Nugroho, 2006). Pemetikan buah kelapa juga dapat dilakukan dengan menggunakan galah bambu dan memanjat dengan tangga. Biasanya pada ujung bambu tersebut dikaitkan sabit atau arit yang tajam, untuk menggaet pangkal janjangan buah kelapa. Pemetikan dengan cara ini biasanya dilakukan pada pohon kelapa yang masih muda dengan batang yang tidak terlalu tinggi. Beberapa penelitian tentang alat panjat pohon kelapa yang telah dilakukan masih memiliki kekurangan yaitu dari segi keamanan dan juga kurang cepat pada saat memanjat pohon kelapa (Handoko, 2013). Rancangan mesin pemanjat pohon kelapa yang dibuat oleh Somantri (Somantri, 2015), masih memiliki kelemahan dalam hal keselamatan dan keamanan serta terbatas pada batang pohon kelapa yang lurus saja, padahal tidak semua batang pohon kelapa lurus sempurna.

Cara berikutnya adalah memperkerjakan hewan bukit (jenis monyet), namun sekarang sudah ada undang – undang Nomor 41 tahun 2014 pasal 91B yang mengatur tentang penyalahgunaan hewan. Berdasarkan

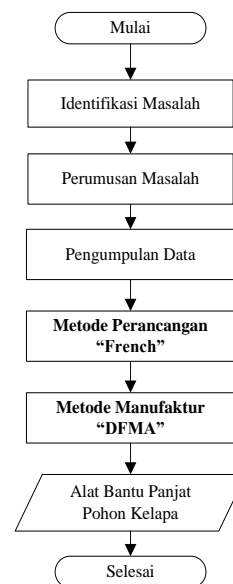
permasalahan yang telah di jelaskan sebelumnya maka diperlukan suatu alat bantu panjat pohon kelapa yang aman, nyaman dan mudah dioperasikan untuk meningkatkan produktivitas petani kelapa.

METODE

Metode perancangan yang digunakan untuk merancang alat bantu pemanjat pohon kelapa metode perancangan metode French (French, 1999) dan untuk metode manufaktur dan perakitannya menggunakan DFMA (Boothroyd dkk, 2011). Secara umum metode penelitian yang dilakukan seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

Tahapan utama dari metode penelitian yang digunakan terdiri dari:

- 1. Identifikasi masalah.** Mengidentifikasi masalah hasil studi sebelumnya dilakukan agar perancangan ini mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Sehingga alat yang dihasilkan dari perancangan ini dapat berguna dan sesuai dengan kebutuhan konsumen (Suwandi dkk, 2017).
- 2. Perumusan masalah.** Pada tahap ini perumusan masalah dilakukan untuk menentukan pokok permasalahan yang ada di latar belakang yang bertujuan untuk menentukan topik dari permasalahan ini yaitu rancang bangun merancang alat bantu panjat pohon kelapa yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pelanggan.



Gambar 2. Diagram metode penelitian

3. **Pengumpulan data.** Untuk melibatkan konsumen ke dalam penelitian dan dalam proses perancangan untuk mengembangkan produk lat bantu panjat pohon kelapa, maka diperlukannya proses pencarian data produk dan kebutuhan akan alat tersebut.
4. **Perancangan dengan menggunakan metode French.** Metode ini merupakan metode yang sering digunakan untuk produk baru atau yang memiliki sedikit pesaing. Tahap konsep desain merupakan tahapan terpenting dalam metode ini (French, 1999).
5. **Manufaktur dengan menggunakan metode DFMA.** DFMA terbagi menjadi dua, yaitu: DFM (*Design for Manufacturing*) dan DMA (*Design for Assembly*) (Boothroyd dkk, 2011). DFM memiliki luaran berupa SOP (Standard Operational Procedure) yang berisikan tahapan-tahapan proses pembuatan dari tiap-tiapkomponen produk yang dibuat. Sedangkan DFA memiliki luaran OPC (*Operational Chart Procedure*) merupakan diagram alir dari tiap-tiap tahapan yang dilakukan pada perakitan dan termasuk didalamnya proses pembuatan produk yang akan dibuat (Libyawati dkk, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

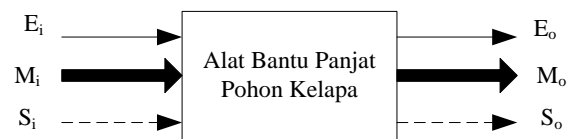
Perancangan alat bantu panjat pohon kelapa

Tahapan utama dari perancangan alat bantu panjat pohon kelapa yang dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu:

1. Perancangan Konsep

Di dalam metode *French* kebutuhan akan suatu alat akan langsung masuk ke analisis masalah. Hasil fase pertama proses perancangan yaitu penyusunan spesifikasi perancangan dan perencanaan proyek menjadi dasar fase kedua, yaitu perancangan konsep produk. Spesifikasi perancangan berisi syarat-syarat teknis produk yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur. Fungsi

dapat dideskripsikan sebagai aliran energi, aliran material atau aliran informasi, yang digambarkan sebagai blok fungsi dengan aliran masuk dan aliran keluar seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok fungsi

Pada alat bantu pemanjat pohon kelapa energi yang masuk (E_i) maupun keluar (E_o). Untuk material yang masuk (M_i) adalah posisi manusia dari bawah pohon, material keluar (M_o) adalah manusia menjadi diatas pohon. Sedangkan untuk sinyal masuk (S_i) dan keluar (S_o) merupakan perintah dari otak untuk menggerakkan tangan dan kaki.

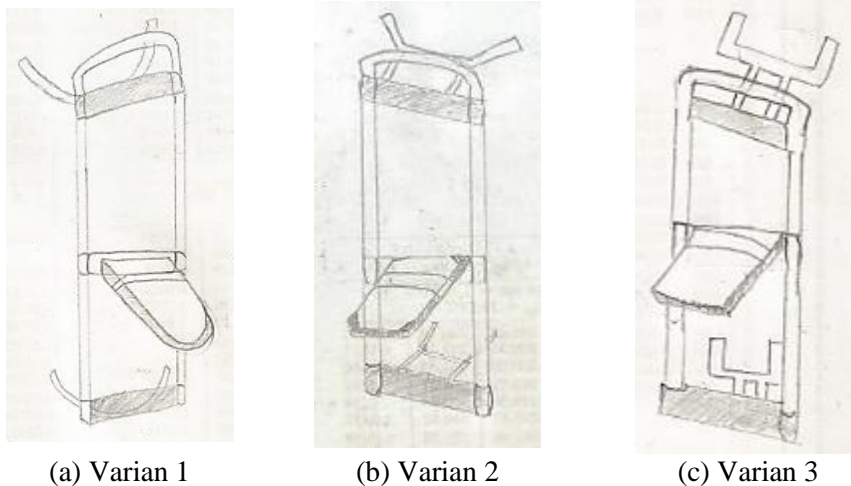
Daftar kebutuhan perancangan pada daftar kebutuhan perancangan, merupakan kebutuhan dan harapan yang digunakan sebagai acuan dalam merancang alat bantu pemanjat pohon kelapa. Untuk mendapatkan hasil rancangan alat yang optimal harus berdasarkan hasil dari identifikasi masalah dan identifikasi kebutuhan pelanggan (*demand or wishes*) seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Setelah didapatkan daftar identifikasi kebutuhan, selanjutnya adalah pembuatan *morphological chart* alat bantu panjat pohon kelapa. Sebelum pembuatan *morphological chart* maka harus diketahui terlebih dahulu dari kelebihan dan kekurangan pada tiap-tiap sub-fungsi (Suwandi dkk, 2017).

Selanjutnya adalah tahap pembuatan konsep desain. Dalam konsep pembuatan varian harus memperhatikan segi teknik dan ekonomisnya. Konsep varian dapat dibuat berdasarkan: (1) Sketsa dan kemungkinan bentuk rancangan dan bentuk fisiknya; (2) Perhitungan kasar yang berdasarkan asumsi; serta (3) Pengujian model untuk menentukan reaksi kerja secara kuantitatif. Hasil perbandingan sketsa konsep produk alat bantu panjat pohon kelapa dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Data hasil identifikasi kebutuhan alat bantu panjat pohon kelapa

Persyaratan	Demand (D)	Wishes (W)	Hasil Identifikasi
Dimensi	✓		Ukuran tidak terlalu besar
Material	✓		Material yang digunakan kuat
Perawatan	✓		Material yang digunakan tahan karat
	✓		Kemudahan memperoleh part
Manufaktur	✓	✓	Kemudahan penggantian komponen
	✓		Biaya produksi terjangkau
			Mudah dibuat
Keselamatan		✓	Mudah dirakit
		✓	Mudah dibongkar pasang
	✓		Mekanisme tidak membahayakan
Ergonomis	✓	✓	Aman digunakan dilingkungan sekitar
	✓		Ukuran tidak terlalu besar
Ekonomis			Nyaman dalam penggunaan
		✓	Biaya produk yang dapat dijangkau



Gambar 4. Sketsa konsep produk alat bantu panjat pohon kelapa

Konsep varian yang telah dibuat harus dievaluasi satu persatu. Evaluasi berarti menentukan perawatan, perancangan, dan operasi sebuah solusi apakah memenuhi sebuah tujuan.

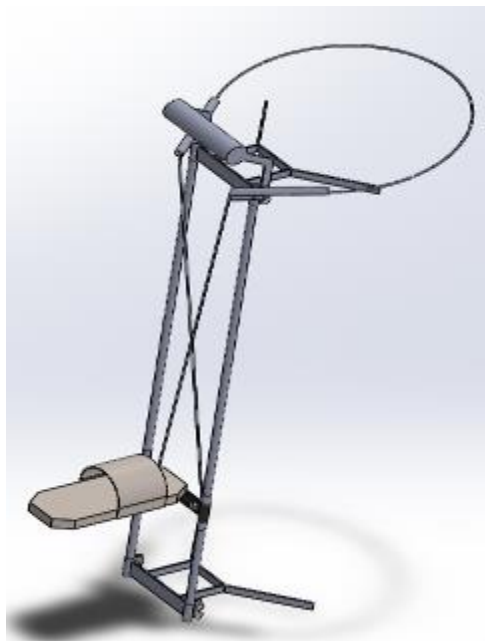
Evaluasi ini termasuk membandingkan sebuah solusi dengan solusi yang dianggap ideal. Dari nilai kriteria pembobotan evaluasi diatas maka pemberian nilai evaluasi dari 3 varian diatas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan varian konsep alat bantu panjat pohon kelapa

No	Evaluasi Kriteria	Poin Dasar	Tabel Evaluasi Nilai								
			Nilai	Varian 1		Varian 2			Varian 3		
	Kriteria			Poin	Bobot	Nilai	Poin	Bobot	Nilai	Poin	Bobot
1	Perawatan mudah	0,15	2	0,30	Cukup	3	0,45	Baik	3	0,45	Baik
2	Pergantian komponen mudah	0,15	3	0,45	Baik	3	0,45	Baik	2	0,30	Cukup
3	Ergonomis	0,15	3	0,45	Baik	3	0,45	Baik	2	0,30	Cukup

Tabel Evaluasi Nilai												
Evaluasi Kriteria			Varian 1			Varian 2			Varian 3			
No	Kriteria	Poin Dasar	Nilai	Poin	Bobot	Nilai	Poin	Bobot	Nilai	Poin	Bobot	
4	Dimensi	0,15	3	0,45	Baik	3	0,45	Baik	3	0,45	Baik	
5	Nyaman digunakan	0,20	3	0,60	Baik	4	0,80	Sangat baik	3	0,60	Baik	
6	Aman digunakan	0,20	4	0,80	Sangat baik	4	0,80	Sangat baik	4	0,80	Sangat baik	
TOTAL		1	18	3,05		20	3,4		17	2,9		

Dari hasil pembobotan nilai pada tabel diatas maka didapat poin untuk varian 1 = 3,05 untuk varian 2 = 3,4 dan untuk varian 3 = 2,9 maka dari tabel tersebut didapat konsep varian yang terpilih yaitu varian 2 dengan poin pembobotan tertinggi, yaitu: 3,4. Berikut Gambar 5 yang menampilkan desain tiga dimensi dari satu bagian dari varian konsep terpilih alat bantu panjat pohon kelapa, karena 1 set alat panjat terdiri dari bagian kiri dan kanan.

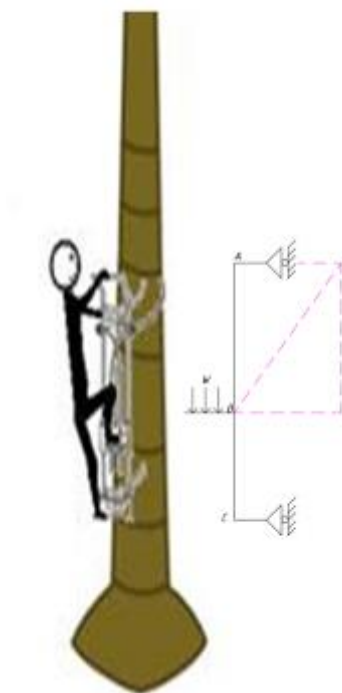


Gambar 5. Varian terpilih alat bantu panjat pohon kelapa (1 bagian)

2. Analisis kinematik dan simulasi

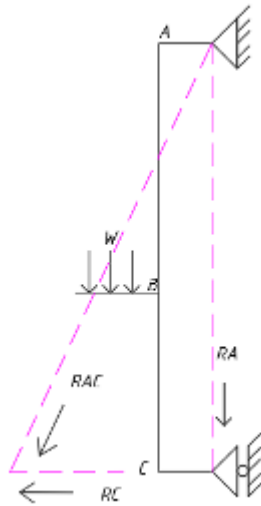
Untuk menghitung gaya-gaya yang ada pada alat bantu pemanjat pohon kelapa maka diperlukan sebuah gambar idealisasi. Gambar idealisasi ini adalah sebuah gambaran dari penyesuaian alat bantu pemanjat pohon kelapa untuk menunjukkan sebuah diagram benda bebas dengan benda yang asli. Gambar 6

memperlihatkan idealisasi dari alat bantu panjat pohon kelapa.



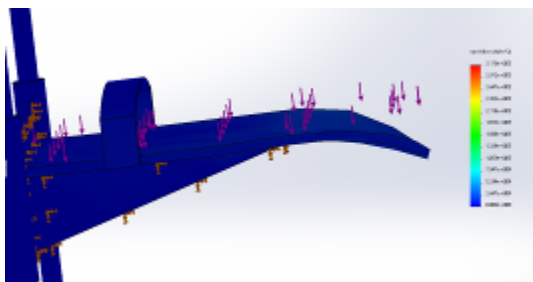
Gambar 6. Idealisasi dari alat bantu panjat pohon kelapa

Dari hasil observasi dilapangan, bahwa batang pohon kelapa memiliki diameter rata-rata adalah 35 cm, dengan ketinggian pohon yang bervariasi juga dengan bentuk batang pohon yang tidak lurus, maka terjadi gaya resultan yang ditimbulkan oleh alat tersebut (Gambar 7). Berdasarkan hasil perhitungan kinematik, nilai rata-rata gaya resultan F_r yang dihasilkan sebesar 31,776 N.



Gambar 7. Gaya resultan yang terjadi pada alat bantu panjat pohon kelapa

Selanjutnya adalah tahap simulasi untuk membandingkan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, nilai kritis *stress* ditunjukkan pada posisi bagian pijakan, dimana bagian tersebut merupakan titik pusat beban yang dihasilkan dari berat tubuh pemanjat kelapa.



Gambar 8. Analisis *stress* yang terjadi pada alat bantu panjat pohon kelapa

Dari hasil analisis ini terlihat parameter warna hijau yang menandakan keamanan pada saat diberi beban dan yang berwarna merah menunjukkan titik kritis atau titik yang paling banyak menerima beban. Hasil simulasi *stress* menunjukkan bahwa nilai *stress* maksimal adalah $31,17 \times 10^5$ N/mm, hal tersebut menandakan bahwa desain terpilih dari alat bantu pemanjat pohon kelapa ini diprediksi aman untuk digunakan dengan syarat berat pemanjat atau pengguna alat maksimal 70 kg.

Manufaktur alat bantu panjat pohon kelapa

1. Manufaktur

Setelah dilakukan proses perancangan dan menghasilkan sebuah konsep desain yang

terbaik dan akan dijadikan suatu produk dan akan melewati tahap-tahap selanjutnya untuk proses pembuatan, alat bantu pemanjat pohon kelapa ini terdiri dari 1 set alat yang terdapat bagian kiri dan kanan. Dalam pembuatan alat bantu pemanjat pohon kelapa ini dibutuhkan *Standart Operation Procedure* (SOP) dan *Operation Process Chart* (OPC). Di dalam SOP terdapat prosedur pembuatan komponen – komponen alat bantu pemanjat pohon kelapa mulai dari kerangka, pegangan tangan, pencekam pohon atas, pencekam pohon bawah, penjepit sling, sambungan pijakan, pijakan kaki. SOP disajikan dalam sebuah tabel yang terdiri dari nama komponen, nomer komponen, material, alat kerja/mesin, waktu kerja, dan proses yang dijalani dalam pembuatan alat bantu pemanjat pohon kelapa secara berurutan.



(a) Proses pemotongan material



(b) Proses pengelasan komponen

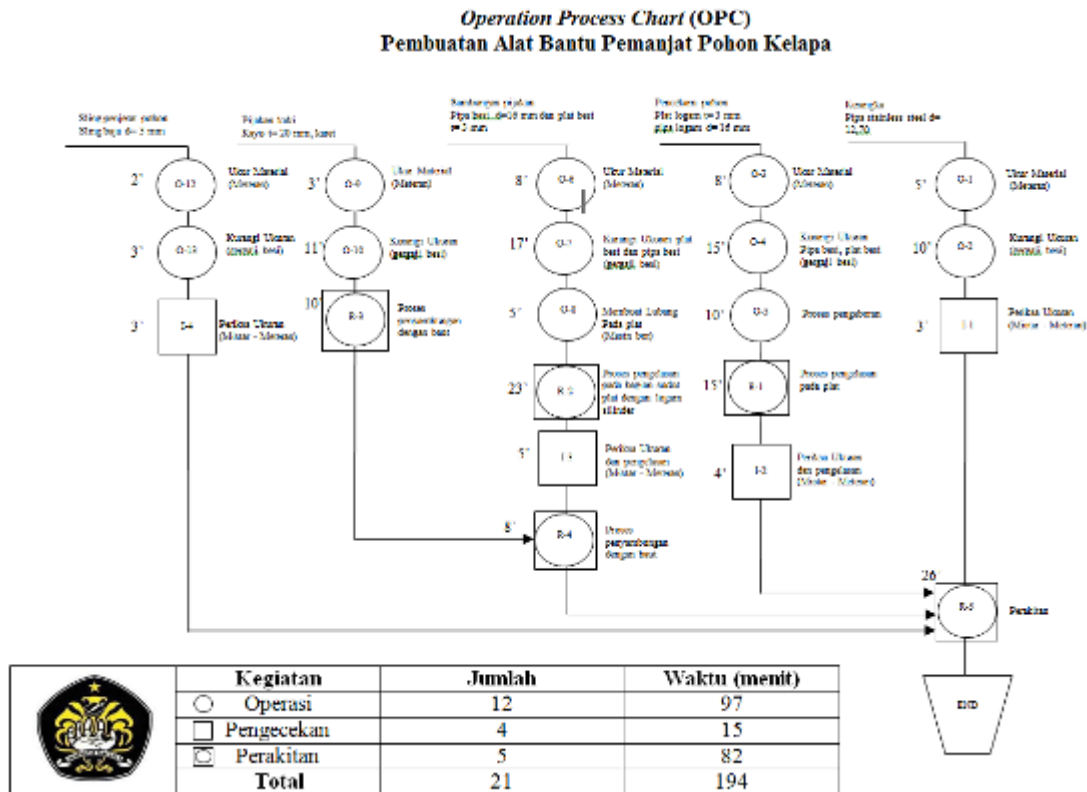
Gambar 9. Proses manufaktur alat bantu panjat pohon kelapa

Pada OPC terdapat prosedur urutan proses pembuatan dan perakitan dari setiap komponen yang telah dijelaskan di SOP dan dibuat. Penyajian OPC tersebut disajikan dalam bentuk *flowchart*, simbol – simbol dalam OPC ada lingkaran yang menjelaskan proses operasi, persegi menjelaskan proses inspeksi atau pengecekan, lingkaran didalam persegi menjelaskan proses perakitan. Pada SOP juga di jelaskan berapa banyak jumlah proses Operasi secara keseluruhan, berapa

banyak proses inspeksi atau pengecekan, dan berapa banyak proses perakitan, serta juga di jelaskan berapa waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan alat bantu pemanjat pohon kelapa (Gambar 10).

Dari hasil OPC dan SOP, bahwa proses manufaktur alat bantu panjat pohon kelapa

membutuhkan waktu pembuatan ± 194 menit dengan jumlah proses operasi adalah 12 proses, jumlah proses pengecekan adalah 4 proses dan jumlah proses perakitan adalah 5 proses. Produk alat bantu panjat kelapa disajikan pada Gambar 11.



Gambar 10. OPC alat bantu panjat pohon kelapa



(a) Satu set alat



(b) Bagian pijakan



(c) Bagian pegangan dan pengikat

Gambar 11. Produk alat bantu panjat pohon kelapa

2. Uji fungsional

Setelah alat bantu pemanjat pohon kelapa selesai di produksi selanjutnya akan dilakukan uji fungsional untuk melihat fungsi

pada alat bekerja dengan baik atau adanya kendala (Gambar 12).



Gambar 12. Uji fungsional

Uji fungsional dilakukan di lingkungan Universitas Pancasila yang terdapat pohon kelapa. Adapun ketinggian pohon kelapa yang dipanjat sekitar 7 meter dan kondisi pohon basah akibat hujan. Pada uji fungsional diperlukan pemanjat yang berani dan tidak

takut pada ketinggian agar pada saat pengujian dapat berjalan dengan lancar. Spesifikasi pemanjat untuk uji fungsional adalah tinggi badan 167 cm dan berat badan 62 kg.

Hasil dari uji fungsional alat pemanjat pohon kelapa adalah saat alat digunakan, terjadi slip karena permukaan pengekam plat besi yang licin dan kondisi pohon yang basah, solusinya adalah pengekam diberi lapisan karet agar tidak slip.

3. Analisis biaya produksi

Untuk dapat menentukan perkiraan harga jual dari alat bantu panjat pohon kelapa, maka diperlukan analisis perhitungan biaya produksi alat tersebut, yang terdiri dari biaya material, biaya proses produksi serta laba.

Harga bahan baku material alat bantu pemanjat pohon kelapa, berdasarkan kebutuhan material disajikan dalam Tabel 3. Untuk perkiraan biaya bahan baku untuk 1 set alat bantu pemanjat pohon kelapa disajikan pada Tabel 4. Perkiraan biaya produksi dapat ditentukan dengan perhitungan yang mencakup perkiraan biaya tenaga kerja langsung dan biaya overhead produksi yang disajikan pada Tabel 5. Sedangkan perencanaan laba produksi dapat dihitung dengan asumsi laba 10% dari biaya keseluruhan yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 3. Harga bahan baku

No	Material	Harga (Rp)	Keterangan
1	<i>Stainless steel</i> Ø 13 mm, Panjang = 5 m	300.000	2 set
2	Besi plat batang t : 3 mm, Panjang = 2 m, Lebar = 15 mm	150.000	1 set
3	<i>Sling wire</i> + klem sling, Panjang 6 m	135.000	1 set
4	Baut dan mur	10.000	1 set
5	Elektroda nikko steel RD260 – 2,0 mm, 1 pak = 40 buah	70.000	3 set
6	Biaya listrik (mesin gurdi)	513	per jam
7	Biaya listrik (mesin las)	2.347	per jam

Tabel 4. Biaya bahan baku untuk 1 set alat bantu panjat pohon kelapa

No	Material	Biaya (Rp)
1	<i>Stainless steel</i> Ø 13 mm, Panjang = 5 m	150.000
2	Besi plat batang t : 3 mm, Panjang = 2 m, Lebar = 15 mm	150.000
3	<i>Sling wire</i> + klem sling, Panjang 4 m	135.000
4	Elektroda nikko steel RD260 – 2.0 mm, 1 pack = 40 buah	23.000
5	Baut dan mur	10.000
6	Cat 1 kaleng	10.000
7	Biaya listrik (gurdi) / jam = Rp.513 x 5 jam	2.565
8	Biaya listrik (las) / jam = Rp. 2.347 x 6 jam	14.082
TOTAL		494.647

Tabel 5. Biaya produksi untuk 1 set alat bantu panjat pohon kelapa

No	Komponen	Biaya Tenaga Kerja Langsung (Rp)	Biaya Overhead Pabrik (TKL x 25 %) (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pegangan tangan	10.000	2.500	12.500
2	Pencekam pohon	13.000	3.250	16.250
3	Sambungan pijakan kaki	13.000	3.250	16.250
4	Rangka	10.000	2.500	12.500
5	Pijakan kaki	10.000	2.500	12.500
TOTAL				70.000

Tabel 6. Pembobotan varian konsep alat bantu panjat pohon kelapa

No	Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
1	Biaya bahan baku	494.647
2	Biaya produksi	70.000
3	Laba yang dihendaki 10 % dari biaya bahan baku + biaya produksi	56.464,7
TOTAL		621.111,7

Berdasarkan Tabel 6, maka perkiraan harga alat bantu pemanjat pohon kelapa yaitu: Rp. 621.111,7 per set atau dibulatkan menjadi Rp. 621.200 per set (Enam Ratus Dua Puluh Satu Ribu Dua Ratus Rupiah).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan proses manufaktur yang dilakukan, bahwa alat bantu panjat pohon kelapa yang dirancang memiliki dimensi panjang 350 mm, lebar 160 mm, tinggi 1000 mm dengan berat total 7 kg untuk 1 set. Estimasi total waktu untuk membuat alat bantu pemanjat pohon kelapa adalah ± 194 menit dengan perkiraan harga alat bantu pemanjat pohon kelapa Rp. 621.200 per set.

Dari hasil uji fungsional, alat bantu pemanjat pohon kelapa masih diperlukan pengembangan alat untuk faktor *safety* agar lebih optimal dilakukan dengan cara penambahan alat pendukung seperti *body harness (vertical)*.

DAFTAR PUSTAKA

Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. 2011. *Product Design for Manufacture and Assembly*. Florida: CRC Press.

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2017). *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa 2015-2017*. Jakarta: Kementerian Pertanian dan Perkebunan.

French, M. J. 1999. *Conceptual Design for Engineers*. London: Spinger-Verlag.

Handoko, S. 2013. Penciptaan Alat Panjat Pohon Kelapa. *Jurnal Riset Daerah, XII(2)*.

Libyawati, W., Suwandi, A., & Agustian, H. 2017. Rancang Bangun Teknologi Modified Atmosphere Storage (Mas) Dengan Kapasitas 4,77 m³. *Jurnal Teknologi, 9(2)*, 103-116.

Martin, G. H. 2002. *Kinematics and Dynamics of Machines*. Illinois: Waveland Press.

Nugroho, I. 2006. *Perancangan Alat Pemanjat Pohon Kelapa Penggerak Manual*. Malang: University of Muhammadiyah Malang.

Somantri, H. 2015. *Rancang Bangun Mesin Pemanjat Pohon Kelapa*. Bandung: Universitas Pasundan.

Suwandi, A., Fadli, I. R., & Maulana, E. 2017. PERANCANGAN KONSEP MESIN FILLING PRESS PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM. *Jurnal Flywheel, III(1)*, 1-9.

Tarwaka, P. S. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.