MEMPERLUAS KEMAMPUAN ALAT PENCABUT SINGKONG: PENGEMBANGAN LEBIH LANJUT UNTUK KEBUTUHAN PETANI

Susanti Sundari[1)], Aam Wahyu Pratama[2)], Suharto[3)], Ghapur Hidayat[4)]
[1)]Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
[1,2,3,4)]Program Studi Teknik Industri, Universitas Tulang Bawang
e-mail: [1)]susantisundari09@gmail.com, [2)]aamwahyupratama@gmail.com@, [3)]harto_berg@yahoo.com, [4)]ghapurhidayat@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan pengembangan lanjutan alat pencabut singkong otomatis yang dirancang sebelumnya, dengan tujuan meminimalkan penggunaan tenaga manusia dan meningkatkan efisiensi proses panen. Desain alat disesuaikan dengan keinginan petani sebagai pengguna dengan metode Quality Function Deployment (QFD). Analisis data mengungkapkan atribut utama yang diinginkan konsumen dalam alat cabut singkong, dimana alat terbuat dari bahan yang ringan, memiliki harga yang terjangkau, mampu mencabut lebih dari satu batang singkong sekaligus, tahan lama, aman digunakan, dan memiliki fungsi tambahan. House of Quality (HOQ) menunjukkan bahwa kemampuan alat untuk mencabut lebih dari satu batang singkong sekaligus merupakan atribut terpenting (30%), menjadi acuan utama dalam pembuatan prototipe, termasuk spesifikasi teknisnya. Uji coba prototipe menunjukkan keberhasilan alat dalam mencabut lebih dari satu batang singkong dalam satu tarikan, membuktikan efektivitasnya dalam memenuhi keinginan konsumen.

Kata kunci: *Alat cabut singkong, Desain, Otomatis, Prototype, QFD*

ABSTRACT

This research builds upon the author's earlier work on the design of a cassava pulling tool. The aim is to develop a non-mechanical or minimally-powered tool that addresses farmer needs. The tool design incorporates Quality Function Deployment (QFD) to ensure user satisfaction. QFD is a method that integrates customer desires into technical requirements during the design phase, prior to production. Data analysis revealed key user desires: lightweight materials, affordability, the ability to pull multiple cassava stems simultaneously, durability, safety, and additional functionalities. House of Quality (HOQ) analysis identified the most crucial attribute (weight of importance: 30%) as the ability to pull multiple stems at once. This finding served as the primary basis for prototype development and technical characteristic definition. Subsequent prototype testing successfully uprooted cassava plants, demonstrating the tool's capability of pulling multiple stems in a single operation.

Keywords: *Automatic, Cassava pulling tool, Design, Prototype, QFD*

PENDAHULUAN

Indonesia menduduki posisi kelima sebagai negara penghasil singkong terbesar di dunia dengan produksi mencapai 18,3 juta ton pada tahun 2020, sedangkan Nigeria menempati posisi teratas sebagai negara penghasil singkong terbanyak di dunia [1]. Singkong, atau ubi kayu, adalah bahan pangan pokok yang sangat penting di wilayah tropis Asia (termasuk Indonesia), Amerika Selatan, dan Afrika [2]. Di Indonesia, singkong sebagai tanaman pangan rakyat, menjadi alternatif penting bagi masyarakat di wilayah yang kurang ideal untuk menanam padi [3]. Singkong adalah salah satu tanaman yang memiliki kandungan pati yang tinggi, yaitu mencapai 85%, yang dimanfaatkan secara luas di industri pangan dan non-pangan [4].

Petani singkong merupakan elemen penting dalam masyarakat yang memiliki kapasitas untuk menanam pohon singkong, dimana kajian empiris menunjukkan bahwa di hampir seluruh penjuru Indonesia, masyarakat secara mayoritas terlibat dalam kegiatan penanaman pohon singkong [5]. Para petani umumnya menanam jenis singkong yang tidak beracun untuk memenuhi kebutuhan pangan, adapun jenis singkong yang beracun biasanya dipilih sebagai bahan dasar industri [6]. Untuk membantu petani mengelola hasil panen

mereka, berbagai jenis mesin dan teknologi canggih telah dikembangkan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi, guna menyeimbangkan laju pertumbuhan penduduk dengan ketersediaan hasil pertanian [7]. Penyempurnaan konsep dalam perancangan alat merupakan hal yang lumrah, mengingat proses desain alat yang selalu bergerak dan dinamis [8].

Penelitian ini berfokus pada pengembangan alat pencabut singkong yang memiliki mekanisme otomatis, dimana alat ini dirancang untuk menggantikan cara manual mencabut singkong yang membutuhkan tenaga manusia, merespon kebutuhan dan keinginan para petani singkong. Studi ini adalah bagian dari pengembangan yang melanjutkan riset yang telah dilakukan oleh penulis sendiri di tahap awal [9] dan [10]. Menurut Ginting [11], kegiatan perancangan atau desain produk merupakan langkah krusial yang harus dilakukan sebelum memulai produksi sebuah barang. Tahap ini memberikan informasi mendetail mengenai barang yang akan dibuat, sehingga mempermudah proses produksinya.

Ada enam tahap yang harus dilalui dalam pengembangan produk, yakni perencanaan, pengembangan konsep, desain sistem, desain rinci, pengujian dan perbaikan, serta tahap produksi (*Production Rump-Up*) [12]. Penelitian ini menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) untuk merancang dan mengembangkan produk baru yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan serta keinginan konsumen. Metode ini menerjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen ke dalam persyaratan teknis yang terukur dan terdefinisi dengan baik [13]. Sebuah produk dianggap berkualitas jika mampu memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan [14]. Keunggulan metode QFD terletak pada kemampuannya untuk menjelaskan tingkat kepuasan pelanggan secara objektif dan terukur melalui data [15]. Melalui QFD, peneliti dapat secara sistematis menganalisis dan menerjemahkan keinginan konsumen menjadi solusi yang tepat dan optimal [16]. Menurut Baczkowicz & Gwiazda [17], beberapa keuntungan dari penerapan QFD antara lain adalah penurunan biaya, peningkatan pendapatan, serta pengurangan waktu produksi. *House of Quality* (HOQ) merupakan matriks utama dan paling penting dalam analisis QFD. Konsep HOQ diimplementasikan untuk menentukan dan memilih material terbaik yang ada, yang sesuai dan dapat digunakan secara efisien dalam proses produksi alat yang dirancang [18]. Penerapan QFD bersama *Kansei Engineering* dapat membantu dalam pengembangan kualitas produk untuk mengetahui atribut terpenting [19]. Hal ini membuktikan bahwa banyak prinsip desain produk yang memiliki keuntungan dalam penerapannya, terutama jika diintegrasikan dengan QFD [20]. Integrasi ini dilakukan untuk meningkatkan kemampuan menganalisis proses QFD terhadap kepuasan dan keinginan pelanggan. Pada perusahaan manufaktur, penerapan metode QFD sangat membantu perusahaan dalam menentukan prioritas utama yang perlu ditangani untuk mencapai peningkatan kepuasan konsumen [21].

Pada penelitian terdahulu tentang desain alat cabut singkong dimana Ahmad et al. [22] melakukan modifikasi mesin pemanen singkong kasesa, penyempurnaan dari desain awal yang masih memiliki kelemahan yaitu: susah dioperasikan, tidak ada sistem keamanan, kurang efesien pencekaman, tidak bisa dioperasikan oleh ibu-ibu. Hasil pengujian mesin memiliki kemampuan mencabut singkong kasesa 15 kg per menit. Alat yang dihasilkan tersebut masih bersifat mekanis dan memerlukan upaya manusia untuk mendorong roda. Adapun pada penelitian Asmal [23], dimana alat yang dibuat masih juga bersifat mekanis, yaitu menggunakan tenaga manusia, dan dalam uji coba didapat hasil pengukuran gaya angkat dimana alat mampu mengubah gaya tekan dari tangan operator yaitu 334,49 N menjadi gaya tarik senilai 2000 N. Lalu pada penelitian Siregar [24] dalam mendesain alat cabut singkong sistem pengungkit dengan wadah pengangkut, mirip dengan gerobang dorong dengan menerapan metode QFD sehingga petani singkong mudah menggunakan alat dan hal tersebut menjadi penting, meskipun alat yang dibuat masih banyak menggunakan tenaga manusia di saat panen singkong. Demikian pula alat pencabut sing-

-kong desain Saputra [25] dimana alat mampu bekerja dengan kecepatan rata-rata pencabutan yaitu 9,72 detik/batang. Alat cabut singkong ini masih bersifat mekanis dan banyak menggunakan tenaga manusia untuk mengungkitnya. Demikian juga dengan hasil penelitian Hilma [26]; Sitanggang [27], kesemuanya masih bersifat mekanis dan banyak menggunakan tenaga manusia, yang masing-masing memiliki keunggulan dalam hal meningkatan efisiensi dan kelayakan ekonomi, sedangkan konsep penelitian yang kami lakukan sedari awal sudah didesain bersifat semi otomatis dan memperkecil penggunaan tenaga manusia dalam pengoperasiannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

METODE PENELITIAN

Metode pengolahan data dengan *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan untuk mengidentifikasi atribut yang diinginkan oleh konsumen. Pendekatan QFD memungkinkan peneliti untuk menggali keinginan konsumen dan menerjemahkannya ke dalam spesifikasi teknis, proses manufaktur, dan strategi produksi yang tepat [28,29]. Sebagai pengguna atau konsumen dalam penelitian ini adalah petani singkong.

Berikut ini adalah rincian tahapan penelitian:

1. Mengidentifikasi Kebutuhan Konsumen

Tahap ini bertujuan untuk mengubah informasi mengenai kebutuhan konsumen menjadi spesifikasi teknis yang dapat digunakan untuk merancang alat.

2. Pengumpulan Data Tidak Langsung

Setelah langkah pertama, langkah berikutnya adalah menyebarkan kuesioner kepada responden. Konten kuesioner berasal dari alat penelitian yang telah dipersiapkan sebelumnya. Kuesioner ini bertujuan adalah untuk memahami secara langsung dari responden atribut mana yang paling mereka anggap penting dalam alat cabut singkong otomatis. Desain kuesioner ini didasarkan pada identifikasi atribut produk yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil kuesioner kemudian dikelompokkan berdasarkan tingkat kepentingan untuk membantu dalam proses desain alat cabut singkong.

3. Menetapkan Karakteristik Teknik Produk

Karakteristik teknik merujuk pada persyaratan desain atau teknik pembuatan produk yang memengaruhi atribut produk [30].

4. Menggambarkan *House of Quality* (HOQ)

Pada tahap selanjutnya, *House of Quality* (HOQ) akan dibahas, dimana HOQ merupakan matriks yang menggabungkan semua karakteristik teknis dan atribut yang diinginkan konsumen terhadap atribut yang sama. Pembuatan HOQ bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan memastikan terpenuhinya kebutuhan dan harapan mereka [31]. Data dari kuesioner akan digunakan untuk membuat matriks *House of Quality*.

5. Penyempurnaan Desain Produk Sebelumnya

Tahap selanjutnya adalah mengembangkan desain produk alat cabut singkong otomatis versi 3D yang telah diperbaiki. Desain ini merupakan penyempurnaan dari konsep penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh penulis.

6. Pembuatan Prototype

Desain yang disusun sesuai dengan kebutuhan konsumen melalui matriks *House of*

Quality (HOQ) akan diwujudkan dalam bentuk prototipe. Ini bertujuan untuk memfasilitasi pengujian di ladang singkong dan kepada petani, sehingga temuan yang dihasilkan dapat dicatat dan dianalisis untuk melakukan perbaikan yang berkelanjutan.

7. Uji Coba

Uji coba bertujuan untuk membuktikan bahwa konsep alat cabut singkong otomatis yang telah dirancang di penelitian awal dapat diimplementasikan dalam bentuk prototipe, dan bertujuan untuk mengetahui apakah konsep yang telah diperkenalkan dapat diimplementasikan dengan baik dan efektif.

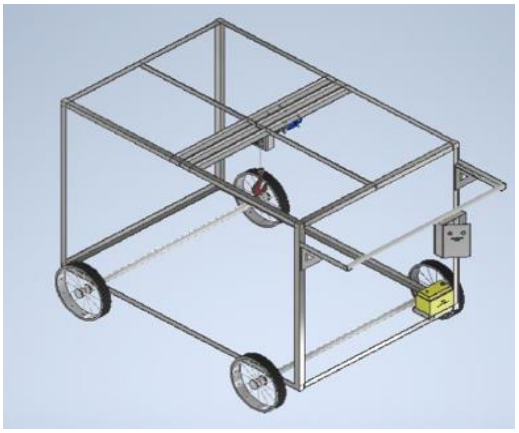
8. Pengukuran dan Evaluasi

Dalam tahapan ini, petani singkong sebagai pengguna utama alat cabut singkong otomatis, dilibatkan dalam uji coba prototipe untuk memberikan evaluasi dan umpan balik, dimana umpan balik dari petani singkong tersebut sangat penting untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan prototipe, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan pengembangan produk lebih lanjut.

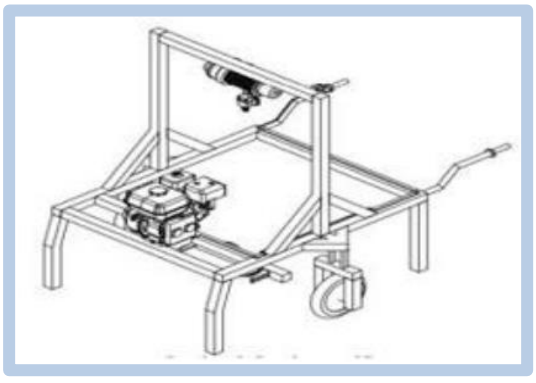
9. Penyempurnaan Desain

Setelah uji coba prototipe, desain alat cabut singkong otomatis akan disempurnakan berdasarkan masukan dan hasil pengamatan dari uji coba.

Penelitian alat cabut singkong ini sudah melalui beberapa tahapan terlihat pada Gambar 1 dan 2, namun belum direalisasikan dalam bentuk prototipe pada 2 tahap tersebut.



Gambar 1. Desain Alat Tahap 1
Sumber: Sundari *et al.* [9]



Gambar 2. Desain Alat Tahap 2
Sumber: Sundari *et al.* [10]

Desain alat tahap 1 menggunakan Aki sebagai sumber energi, dari hasil *Focus Group Discussion* (FGD) pada tahap 2 dikembangkan menggunakan motor bakar (generator daya listrik) menyikapi kekurangan aki yang sifatnya statis, sekali pakai, dan tidak tahan lama, sementara dengan generator dapat digunakan secara berkelanjutan. Pada desain tahap 1 menggunakan *hoist crane*, di tahap 2 menggunakan *winch crane* dan dilengkapi alat pencengkram batang singkong. Penggunaan *winch crane* ini didesain untuk proses pencabutan singkong disesuaikan dengan spesifikasi dengan tetap memperhitungkan beban singkong, agar proses lebih efektif dan efisien. Kedua konsep desain pada Gambar 1 dan 2 belum mempertimbangkan kebutuhan petani sebagai pengguna, sehingga perlu penelitian ini dilanjutkan untuk pengembangan desain alat, pembuatan prototipe dan penyempurnaanya sebagai tujuan dari penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui kuesioner, kebutuhan konsumen terhadap alat cabut singkong diidentifikasi. Tujuh daftar kebutuhan konsumen yang diperoleh dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Kebutuhan Konsumen

No.	Variabel Kebutuhan
1	Alat cabut singkong adalah otomatis
2	Bahannya ringan
3	Harga terjangkau
4	Alat bisa mencabut lebih dari satu batang
5	Alatnya awet
6	Alat aman untuk digunakan
7	Ada fungsi tambahan

Metode penentuan karakteristik teknis produk ditentukan dengan melakukan wawancara kepada berbagai pihak, yaitu pembuat alat, bengkel, dan peneliti dari fakultas teknik mesin, dimana tujuannya untuk penentuan karakteristik teknis yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen terhadap rancangan alat cabut singkong otomatis ini, yaitu:

a. Kemampuan dan Kekuatan Mesin Penggerak

Kemampuan tarik mesin menjadi kunci penggerak mesin itu sendiri. Mesin ini memanfaatkan kekuatan tariknya sebagai sumber tenaga untuk beroperasi. Kapasitas tarik mesin menunjukkan potensinya dalam menghasilkan tenaga.

b. Kualitas Mesin Penggerak

Pemilihan jenis mesin penggerak yang tepat sangat penting untuk mencapai kinerja mesin yang optimal, karena jenis mesin penggerak yang digunakan dapat memengaruhi kinerja mesin secara signifikan. Tersedia berbagai mesin penggerak dengan merek dan harga yang bervariasi yang ada di pasaran.

c. Kualitas Rangka, Ringan dan Tidak Korosi

keunggulan utama hollow galvanis sebagai pilihan dikarenakan 1) Ringan: hollow galvanis memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan material lain seperti beton atau baja; 2) Tahan karat: hollow galvanis dilapisi lapisan zinc yang membuatnya tahan terhadap karat dan korosi; 3) Harga terjangkau: hollow galvanis memiliki harga yang lebih murah dibandingkan material lain yang memiliki kualitas sama; 3) Hemat biaya konstruksi: penggunaan hollow galvanis dapat membantu mengurangi biaya konstruksi secara keseluruhan [32].

d. Komponen Sistem Penggerak

Memilih bahan yang tepat untuk sistem penggerak *V-belt* dan roda sangat penting untuk memastikan performa dan ketahanan sistem, karena dampak pemilihan bahan yang

digunakan akan memengaruhi kinerja, ketahanan, dan umur pakai sistem. Dan faktor yang perlu dipertimbangkan saat memilih bahan, yaitu seperti kekuatan, ketahanan aus, dan fleksibilitas.

e. Proses *Finishing* yang Tepat

Proses finishing dilakukan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Ada beberapa tahap pengerjaan dalam proses *finishing* [33].

- Penghalusan hasil pengelasan, yaitu menghilangkan bekas las dan membuat permukaan rangka halus.
- Pendempulan rangka, yaitu menutupi cacat dan celah pada rangka dengan dempul.
- Pengamplasan, yaitu menghaluskan permukaan rangka dan dempul agar rata.
- Pengecatan rangka, yaitu melapisi rangka dengan cat untuk melindungi dari karat dan mempercantik tampilan.
- Hasil akhir, dimana proses *finishing* menghasilkan rangka yang halus, rapi, dan tahan lama.

Tabel 2. Karakteristik Teknik Produk

No.	Karakteristik Teknis
1	Kemampuan dan kekuatan mesin penggerak
2	Kualitas mesin penggerak
3	Kualitas rangka ringan dan tidak korosi
4	Komponen untuk sistem penggerak
5	Proses finishing yang tepat

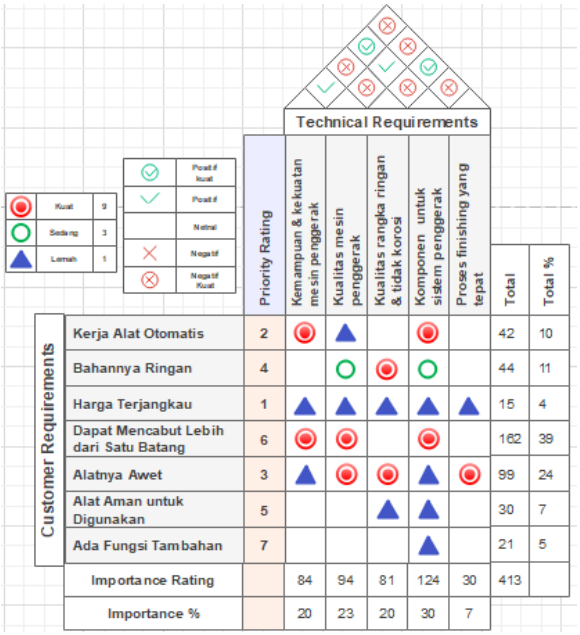
Penetapan hubungan antara karakteristik teknis produk dengan keinginan konsumen untuk mengembangkan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, menggunakan *Relation Matrix* untuk mengukur tingkat hubungan antara karakteristik teknis produk dan keinginan konsumen. Dengan tingkat hubungan diukur dalam skala 9 (kuat) disimbolkan dengan bulatan merah penuh, 3 (sedang) disimbolkan dengan lingkaran hijau, 1 (lemah) disimbolkan dengan segitiga biru, dan 0 (nol) artinya tidak ada hubungan. *House of Quality* (HOQ) digunakan untuk memvisualisasikan hasil rekapitulasi QFD. Alat cabut singkong otomatis yang digunakan sebagai untuk menjelaskan proses QFD dapat dilihat pada Gambar 3.

Fokus penelitian dalam merancang alat cabut singkong yaitu alat yang dibuat dapat mencabut lebih dari satu batang pohon singkong. Dengan menggunakan hasil analisis HOQ dan bobot kepentingan untuk menentukan desain yang optimal, dengan nilai terbesar yaitu 30% dimana alat cabut singkong yang dirancang dapat mencabut lebih dari satu batang pohon singkong dengan efisien, sehingga manfaatnya dapat membantu petani singkong untuk menghemat waktu dan tenaga saat panen (Gambar 4).

Pada rancangan Gambar 4 sudah juga dilakukan perubahan dari hasil FGD lebih lanjut, agar siap dibuat prototipe dan kemudian diujicobakan ke tanaman singkong agar dapat dievaluasi. Perubahan-perubahan yang terjadi dari desain tahap 2 (Gambar 2) ke desain tahap 3 yang sekarang (Gambar 4) yaitu penggunaan *winch crane* diganti dengan *V-belt*, dan penggunaaan motor bakar digantikan dengan mesin penggerak berbahan bakar bensin sebagai sumber energi. Prinsipnya adalah, menarik singkong menggunakan *sling*, dikontrol melalui tuas, dan ketika tuas ditarik, sling akan menarik dan ketika dilepas, sling akan turun. Adapun cara kerjanya dapat dijelaskan sebagai berikut: setelah mesin dihidupkan, lalu mengaitkan penjepit pada batang singkong, setelah itu menarik tuas agar *V-belt* mengencang sehingga terjadi pemindahan tenaga dari mesin ke *pulley* drum lilitan *sling* pada saat proses mencabut. Kemudian tuas dilepas agar *V-belt* mengendur sehingga *sling* akan turun dengan sendirinya.

Penerapan desain alat cabut singkong tahap 3 pada Gambar 4 telah diwujudkan dalam bentuk prototipe. Tujuan prototipe dibuat adalah untuk: 1) Melakukan uji coba di ladang

singkong dan ke petani; 2) Mengumpulkan data dan umpan balik dari pengguna; 3) Mengidentifikasi kekurangan dan melakukan perbaikan pada desain; 4) Menguji fungsi dan keefektifan alat cabut singkong di lingkungan nyata; 5) Mendapatkan masukan langsung dari pengguna untuk menyempurnakan desain; 6) Melakukan perubahan dan perbaikan sebelum produk final diproduksi [34,35].



Customer Requirements	Priority Rating	Kemampuan & kekuatan mesin penggerak	Kualitas mesin penggerak	Kualitas rangka ringan & tidak korosi	Komponen untuk sistem penggerak	Proses finishing yang tepat	Total	Total %
Kerja Alat Otomatis	2	◉	▲		◉		42	10
Bahannya Ringan	4		○	◉	○		44	11
Harga Terjangkau	1	▲	▲	▲	▲	▲	15	4
Dapat Mencabut Lebih dari Satu Batang	6	◉	◉		◉		162	39
Alatnya Awet	3	▲	◉	◉	▲	◉	99	24
Alat Aman untuk Digunakan	5			▲	▲		30	7
Ada Fungsi Tambahan	7				▲		21	5
Importance Rating		84	94	81	124	30	413	
Importance %		20	23	20	30	7		

Gambar 3. Alat Cabut Singkong Otomatis: Rekapitulasi QFD dalam *House of Quality*
Sumber: Sundari *et al.* [10]

Gambar 4. Desain Alat Tahap 3
Sumber: Sundari *et al.* [10]

Melakukan uji coba di ladang singkong dan ke petani memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui apakah konsep alat cabut singkong yang telah diperkenalkan dapat diterapkan di lokasi kebun singkong yang sesungguhnya, dimana aspek yang diuji adalah kecocokan konsep alat cabut singkong dengan kondisi kebun singkong, keefektifan alat cabut singkong dalam mencabut singkong di lapangan, praktisitas dan kemudahan penggunaan alat cabut singkong, ketahanan dan keandalan alat cabut singkong di lingkungan kebun singkong. Dan manfaat dari uji coba ini dimana dapat memberikan informasi tentang kelayakan konsep alat cabut singkong untuk diterapkan di lapangan, mengidentifikasi potensi masalah dan hambatan yang mungkin timbul saat penerapan konsep, memungkinkan untuk melakukan perbaikan dan penyesuaian pada konsep sebelum implementasi skala penuh, seperti terlihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Uji Coba Alat (Gambar 4) dan Berhasil Mencabut Singkong (lingkaran kuning)
Sumber: Sundari *et al.* [10]

Tahapan evaluasi dilakukan setelah kegiatan uji coba untuk membahas temuan dan mencari solusi untuk perbaikan. Metode evaluasi yang digunakan dimana tim peneliti menggunakan metode *Focus Group Discussion* (FGD) untuk membahas temuan dan mencari solusi. Dari hal tersebut didapatlah hasil FGD dengan menghasilkan beberapa catatan untuk perbaikan alat cabut singkong yang dapat ditindaklanjuti penyempurnaannya. Beberapa catatan untuk perbaikan alat cabut singkong ke tahap 4 yang merupakan hasil FGD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Masalah yang Ditemukan dan Solusi Perbaikan Alat

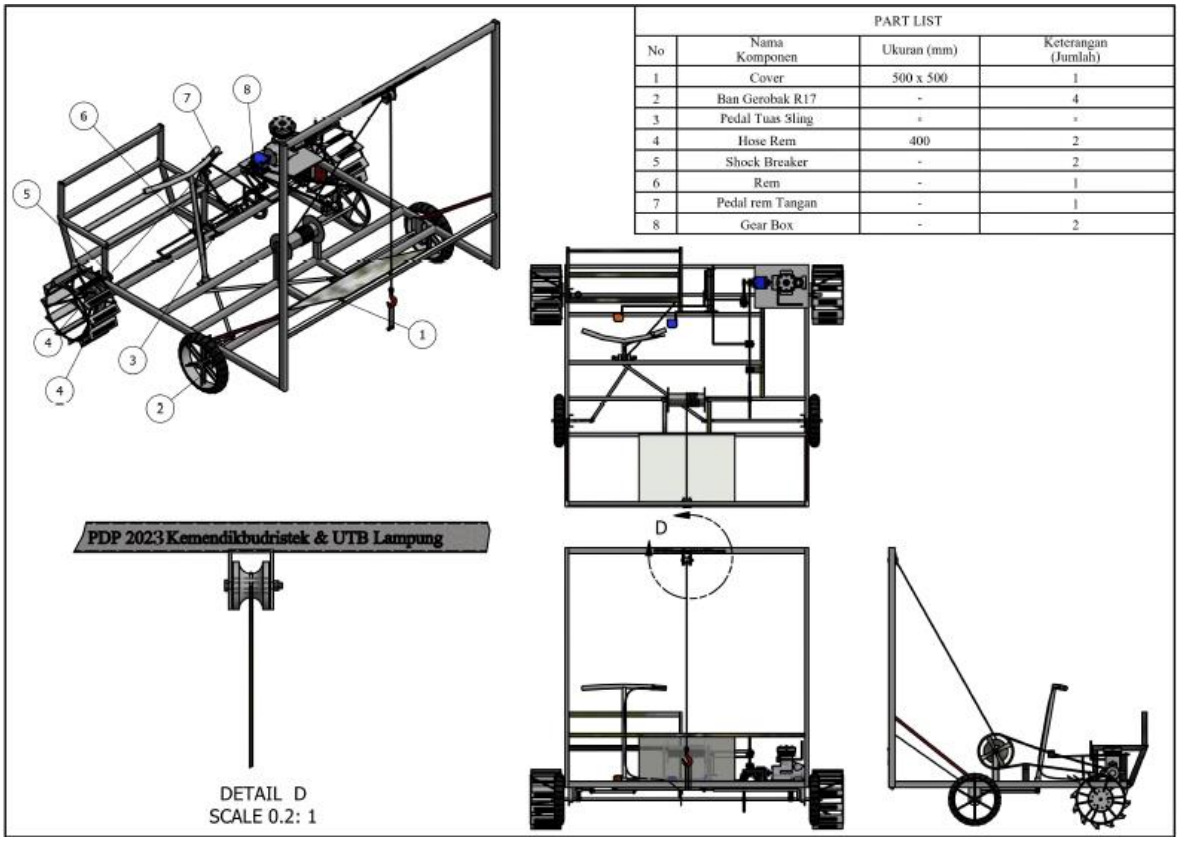
No	Masalah yang ditemukan pada desain tahap 3	Solusi perbaikan pada alat untuk desain tahap 4
1	Kurangnya safety pada saat pencabutan, dimana saat singkong tercabut tanah-tanahnya ikut berhamburan dan dapat mengenai wajah	Dipasang holo safety pada tengah gawangan chasis, atau safety diagonal agar menahan singkong yang tercabut tidak langsung tertarik ke atas tapi ditahan
2	Belum adanya rem	Memasang rem cakram/tromol pada poros roda
3	Masalah mesin 7PK yang digunakan belum bisa mengangkat langsung pada tanah yang keras terutama pada musim kemarau	Menggunakan mesin/engine 24PK yang berbahan bakar solar
4	Sistem hook yang kurang tepat	Mengubah pengikatan sistem hook F menjadi simpul, yang semula mencantol menjadi mengikat tali sling menjadi simpul
5	Tuas yang sebelumnya ditarik dengan tangan, sangat tidak ergonomis karena ada kerja otot yang berlebih saat menarik	Mengubah fungsinya yang sebelumnya sistem tarikan dengan tangan menjadi pedal yang diinjak dengan menggunakan kaki agar lebih ringan dan ergonomis
6	V-Belt tipe A yang digunakan kurang sesuai untuk peruntukan beban berat (gesekan besar) pada proses pencabutan	Mengganti V-Belt dari tipe A-98 menjadi B-98 agar lebih presisi ke pulley sehingga tension belt dan proses pencabutan lebih efektif
7	Roda yg terlalu kecil (ring 14) sehingga pulley shaft menyentuh gundukan tanah	Menggunakan roda dengan diameter lebih besar (roda gerobak, ring 17) pada bagian depan dibuat permanen. Pada bagian belakang rodanya bergerigi, ring 17, selain bisa untuk membajak juga bisa menahan beban engine dan orang, dibuat bisa dilepas pasang sesuai kebutuhan
8	Sling yang digunakan untuk mencabut 2 atau lebih singkong terlepas saat proses pencabutan karena hanya digantung di hook utama (tidak ada penahan)	Memasang clam pengunci di hook utama pada sling, menggunakan sling yang ukuran 8 milimeter yang kemampuan menarik beban sampai ±512 kg, dan sling yang digunakan dengan panjang berbeda untuk bisa menjerat/melilit ke batang singkong

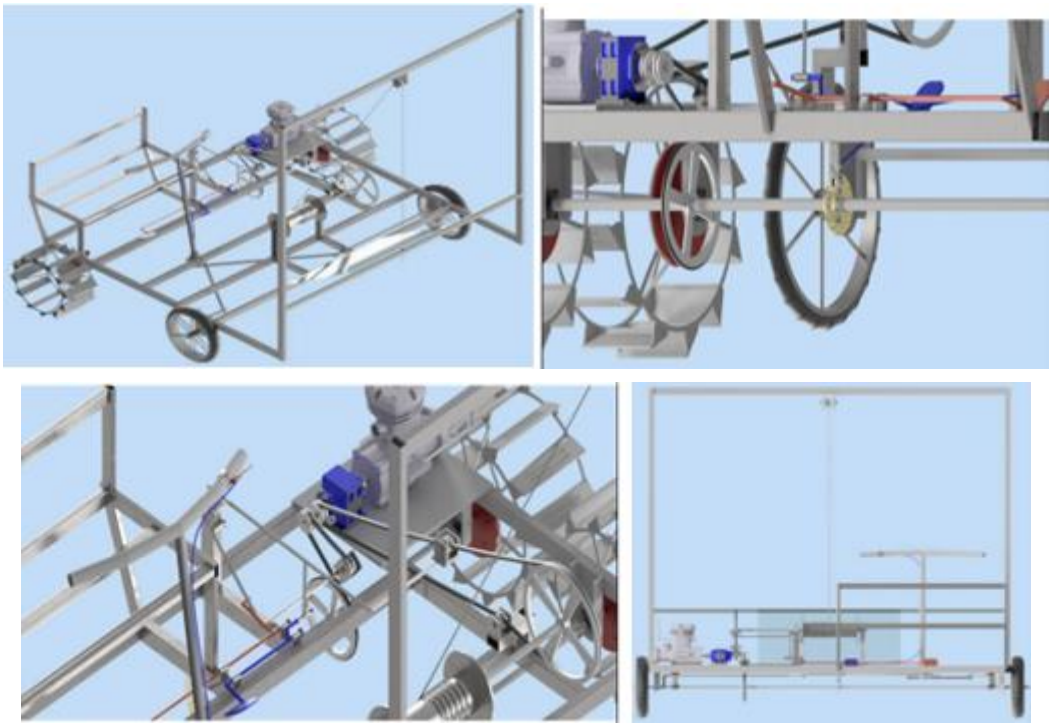
Penyempurnaan dalam desain alat cabut singkong hasil pengembangan yang telah disempurnakan setelah uji coba prototipe dan berdasarkan temuan FGD (Tabel 3), dapat dilihat hasilnya pada Gambar 6 yang menunjukkan detail penyempurnaan desain alat cabut singkong, sehingga desain diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan keefektifan alat yang dibuat.

Perkembangan penelitian ini telah mengalami revisi-revisi berulang terhadap konsep awal, pembuatan prototipe, dan uji coba di lahan singkong. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan Prototipe baru hasil perbaikan Gambar 4 dengan menyempurnakannya berdasarkan masukan dari uji coba pada Gambar 5.

Perbaikan alat cabut singkong berdasarkan pada Gambar 6 akan diajukan pada hibah Pengabdian Masyarakat tahun 2025, sehingga dapat digunakan di kelompok petani singkong

dalam membantu di saat panen. Selanjutnya diharapkan alat yang dihasilkan nanti akan jauh lebih baik, efisien, dan sesuai dengan harapan, serta dapat memberikan manfaat nyata bagi mitra kelompok petani singkong.





Gambar 6. Desain Perbaikan (Tahap 4)

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data, analisis, dan uji coba, berikut adalah kesimpulan yang

diperoleh: 1) Atribut-atribut yang diinginkan konsumen terhadap alat cabut singkong: ringan, harga terjangkau, mampu mencabut lebih dari satu batang singkong, awet, aman digunakan, dan memiliki fungsi tambahan selain mencabut. Atribut-atribut ini merupakan persyaratan pelanggan (*customer requirements*) yang esensial bagi produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen; 2) Riset ini menetapkan beberapa elemen kunci yang menentukan karakteristik teknis (*technical requirements*) alat, yaitu: kemampuan dan kekuatan mesin penggerak, kualitas mesin penggerak, kualitas rangka yang ringan dan tahan korosi, komponen sistem penggerak, dan proses *finishing* yang tepat. Elemen-elemen ini menjadi dasar pemilihan material, desain, dan proses manufaktur yang digunakan dalam pembuatan alat; 3) Hasil analisis HOQ menunjukkan bahwa fitur yang paling penting bagi petani adalah kemampuan alat untuk mencabut lebih dari satu batang singkong sekaligus, dengan bobot kepentingan terbesar yaitu 30%; 4) Keberhasilan uji coba prototipe alat cabut singkong otomatis menunjukkan bahwa alat tersebut berhasil mencabut lebih dari satu batang pohon singkong dalam satu tarikan, dimana alat ini akan membantu petani untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses panen singkong.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Noviandra, "8 Negara Penghasil Singkong Terbesar di Dunia, Indonesia Masuk Daftar?," *Sindonews.com*, Jakarta, 2022. [Online]. Available: https://ekbis.sindonews.com/read/866347/34/8-negara-penghasil-singkong-terbesar-di-dunia-indonesia-masuk-daftar-1661414882.

[2] L. Nur, *Mengenal Tanaman Makanan Pokok*, Semarang: ALPRIN, 2019. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Mengenal_Tanaman_Makanan_Pokok/umr-DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Singkong+merupakan+makanan+pokok&printsec=frontcover

[3] R. Indrati, *Pendidikan Konsumsi Pangan: Aspek Pengolahan dan Keamanan*, Jakarta: Kencana, 2014.

[4] A.K. Akbar, and A.K. Febriani, "Uji Kompresibilitas Granul Pati Singkong dengan Metode Granulasi Basah," *J. Ilm. JOPHUS J. Pharm. UMUS*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2019, doi: 10.46772/jophus.v1i02.132.

[5] D.S. Umbara, "Paradigma Masyarakat Terhadap Pemanfaatan Tanaman Singkong sebagai Tanaman Produktif di Indonesia," *J. Hexagro*, vol. 1, no. 1, pp. 34–37, 2017, doi: 10.36423/hexagro.v1i1.124.

[6] R.A.A. Gustam, "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Perajang Batang Singkong Type TEP 1," *Univ. Lampung.*, vol. 1, 2018.

[7] F. Fikryan, "Implementasi Design for Manufacture and Assembly (DFMA) pada Thresher," *scholar.unand.ac.id*, 2017, [Online]. Available: https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Fikryan%2C+F.+%282017%29.+Implementasi+Design+for+Manufacture+and+Assembly+%28Dfma%29+Pada+Thresher.+http%3A%2F%2Fscholar.unand.ac.id%2F20620%2F&btnG=

[8] E. Hoffman, *Jig and Fixture Design*, Fourth Edi. New York: Delmar Publisher Inc, 1996. [Online]. Available: https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=KTIKAAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=plate+jig+in+manufacturing&ots=h2AepNpTZ0&sig=Aw-hSyUcdtPQ46_VVomTtdaHqkE&redir_esc=y#v=onepage&q=plate jig in manufacturing&f=false

[9] S. Sundari, A.W. Pratama, and G. Hidayat, "Desain Alat Cabut Singkong Sistem Sling Otomatis untuk Digunakan pada Proses Panen," *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 93–101, 2022, doi: 10.37090/indstrk.v6i2.735.

[10] S. Sundari, A.W. Pratama, G. Hidayat, and S. Suharto, "Penerapan Quality Function Deployment (QFD) Dalam Mendesain Ulang Alat Cabut Singkong Otomatis," *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 3, pp. 285–291, 2023, doi: 10.37090/indstrk.v7i3.1128.
[11] R. Ginting, *Perancangan Produk*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
[12] S. Sundari *et al*, *Pengantar Teknik Industri*, 1st ed. Solok: Mitra Cendekia Media, 2023. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=8iPKEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA97&dq=info:Gpanort7KMoJ:scholar.google.com&ots=GwV5vZbDDE&sig=7GqsAh0DlznNAtDcLwuKYz_r9BE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
[13] R. Ginting, A. Ishak, A.F. Malik, and M.R. Satrio, "Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, p. 012022, 2020, doi: 10.1088/1757-899x/1003/1/012022.
[14] I.B. Rapelo, K.A. Priyatama, M.B. Baihaqi, M.R. Darmawan, R. Setiawan, and I. Setiawan, "Tinjauan Pustaka Sistematis Penerapan Quality Function Deployment di Industri Manufaktur," *J. Optim.*, vol. 9, no. 1, pp. 54-64, 2023, doi: 10.35308/jopt.v9i1.6687.
[15] S. Hendra, I. Setiawan, H.H. Purba, W. Atikno, A.M. Wahono, and S.B. Dito, "Peningkatan Kepuasan Konsumen pada Industri Restoran dengan Metode QFD," *Matrik J. Manaj. dan Tek. Ind. Produksi*, vol. 22, no. 2, pp. 111-120, 2022, doi: 10.30587/matrik.v22i2.2716.
[16] D. Wibisono, "Analisis Kualitas Layanan Pendidikan dengan Menggunakan Integrasi Metode Servqual dan QFD," *Sosio e-Kons*, vol. 10, no. 1, pp. 57–74, 2018.
[17] M. Baczkowicz and A. Gwiazda, "Optimizing parameters of a technical system using quality function deployment method," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 95, no. 1, 2015, doi: 10.1088/1757-899X/95/1/012119.
[18] O.T. Isaac, O.T. Olumide, and O.O. Rasaki, "Application of House of Quality Matrix to Material Selection for Engineering Designs," *Br. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 10, no. 4, pp. 1–11, 2015, doi: 10.9734/bjast/2015/19105.
[19] C. Wirahata, W. Kosasih, and L.L. Salomon, "Penerapan Metode Kansei Engineering dan Quality Function Deployment (QFD) dalam Pengembangan Kualitas Produk Piama," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 3, pp. 197–209, 2023, doi: 10.24912/jitiuntar.v11i3.21191.
[20] R. Ginting and A. Ishak, "An Integrated of AHP–QFD Methodology For Poduct Design: A Review," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 69–78, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i1.6901.
[21] A. Ahmad, M.A. Saryatmo, and H. Christian, "Pengembangan Produk Spider Fitting Berdasarkan Analisa Kebutuhan Konsumen dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, 2016, doi: 10.24912/jitiuntar.v4i2.489.
[22] A. Rifki, A. Agusta, Kardoni, and Y. Ilham, "Modifikasi Mesin Pemanen Singkong Kasesa," *Proy. Akhir Politek. Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 2018.
[23] S. Asmal, "Perancangan Sistem Mekanis Alat Pencabut Singkong untuk Optimasi Sistem Panen Bagi Petani Singkong di Kelurahan Borong Loe Kecamatan Bonto Marannu Kabupaten Gowa," *J. TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–86, 2020, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v3i1.77.
[24] A.Y. Siregar, R.R. Hasibuan, and R.A. Tambunan, "Inovasi Perancangan Alat PTS (Pencabut Tanaman Singkong) Sebagai Upaya Mengurangi Kelelahan Petani Singkong serta Meningkatkan Produktivitas Pasca Panen di Kabupaten Deli Serdang Sumatera," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 2, no. 3, 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.788.

[25] M. Saputra, "Pengembangan Alat Pencabut Singkong untuk Meningkatkan Efektivitas Kerja pada Petani Singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan," 2022, [Online]. Available: https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=alat+mampu+bekerja+dengan+kecepatan+rata-rata+pencabutan+yaitu+9%2C72+detik%2Fbatang&btnG=

[26] R. Z. Hilma, *Inovasi Alat Pencabut Singkong: Solusi Ergonomis untuk Peningkatan Produktivitas dan Kesejahteraan Petani di Sumatera Barat*, Master Thesis, Universitas Andalas, 2023.

[27] J. Sitanggang, *Uji Performa Alat Pencabut Singkong (Manihot Utillisima) Semi Mekanis*, Undergraduate Thesis, Universitas Sumatera Utara, 2021.

[28] D.L. Trenggonowati, "Metode Pengembangan Produk QFD untuk Meningkatkan Daya Saing Perusahaan," *Spektrum Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 1-17, 2017, doi: 10.12928/si.v15i1.6176.

[29] M. Basuki, S. Aprilyanti, A. Azhari, and E. Erwin, "Perancangan Ulang Alat Perontok Biji Jagung dengan Metode Quality Function Deployment," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 6, no. 1, pp. 23–30, 2020, doi: 10.30656/intech.v6i1.2196.

[30] F. Ardani, R. Ginting, and A. Ishak, "Perancangan Desain Produk Spring Bed dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment," *J. Tek. Ind. FT USU*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2014.

[31] A.A. Bolar, S. Tesfamariam, and R. Sadiq, "Framework for prioritizing infrastructure user expectations using Quality Function Deployment (QFD)," *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 6, no. 1, pp. 16–29, 2017, doi: 10.1016/j.ijsbe.2017.02.002.

[32] Oktafia, M. Indrayadi, and Rafie, "Analisa Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Struktur Atap Baja Ringan," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 5, no. 3, pp. 1-10, 2018.

[33] L.H. Cahyana, "Proses Pembuatan Rangka pada Model Mesin Pemindahan Barang," Proyek Akhir, Universitas Negeri Yogyakarta, 2012, [Online]. Available: https://eprints.uny.ac.id/8876/1/proyek akhir.pdf

[34] I.N.T. Sutaguna, *Pengembangan Produk*, Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2023. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=eJTsEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Melakukan+perubahan+dan+perbaikan+sebelum+produk+final+diproduksi&ots=imuBgOLl13&sig=is7pdq470pynaiJBT4Y9jXU5DXU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

[35] B. Prastiya, and T. Andrasto, "Prototype Sistem Pengisian Dus Otomatis dengan Robotik Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 7, no. 1, pp. 25–29, 2015.